



ТОО “Восточно-Казахстанская  
сельскохозяйственная опытная станция”  
24.10.2025г

# Организация и техника селекционного процесса для самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся культур

Лектор: Шалкаров  
А.Ш.



# Цели и задачи селекции

1

## Повышение Продуктивности

Увеличение урожайности семян и масла с единицы площади за счёт оптимизации структуры урожая.

2

## Улучшение Качества Продукции

Повышение масличности, улучшение жирно-кислотного состава и белкового профиля жмыха/шрота.

3

## Устойчивость к Стрессам

Выведение сортов, адаптированных к болезням, вредителям и абиотическим факторам (засуха, мороз).

4

## Адаптация к Технологиям

Создание сортов, пригодных для механизированной уборки и устойчивых к современным гербицидам.

# Специфика селекции Подсолнечника

Подсолнечник — одна из ключевых масличных культур, и его селекция имеет ряд уникальных особенностей, направленных на максимальное использование его потенциала.

- **Повышение масличности:** Исторически главная задача, приведшая к значительному росту сбора масла.
- **Устойчивость к заразихе:** Постоянная борьба с эволюционирующим паразитом, требующая непрерывного обновления сортов.
- **Устойчивость к ложной мучнистой росе:** Одно из наиболее вредоносных заболеваний, требующее создания иммунных форм.
- **Направления селекции:** Разделение на масличное, кондитерское и кормовое для удовлетворения различных потребностей рынка.



“

**"НЕЛЬЗЯ ЖДАТЬ МИЛОСТЕЙ ОТ  
ПРИРОДЫ, ВЗЯТЬ ИХ У НЕЕ —  
НАША ЗАДАЧА."**

*Иван Владимировичу Мичурин*

# Стратегические основы селекции: Генофонд и Документация

## 1. Формирование и оценка исходного материала

Исходный материал — стратегическая база селекционной программы. ВКСХОС активно формирует коллекции подсолнечника, сои и льна.



### Комплексное изучение

Морфологический, физиологический и молекулярно-генетический анализ.



### Целевые признаки

Урожайность, содержание масла/белка, устойчивость к болезням и стрессам.

## 2. Необходимость точного документирования

Документация обеспечивает преемственность исследований и точность анализа.

### Паспорт образца

Уникальный идентификационный номер и происхождение.

### Данные испытаний

Результаты полевых, морфологических и физиологических оценок.

### Схема скрещивания

Фиксация родительских форм и методов отбора.



# Основные этапы селекционного процесса (общие для всех культур)

## 1 Постановка Целей

Определение желаемых признаков и требований рынка.

## 2 Создание Исходного Материала

Формирование генетического разнообразия: гибридизация, мутагенез, биотехнологии.

## 3 Отбор Желаемых Форм

Массовый, индивидуальный отбор или отбор по потомству.

## 4 Оценка и Испытания

Изучение отобранных форм в различных условиях (питомники, конкурсные, экологические испытания).

## 5 Государственное Сортоиспытание

Независимая многолетняя оценка и регистрация сорта/гибрида.

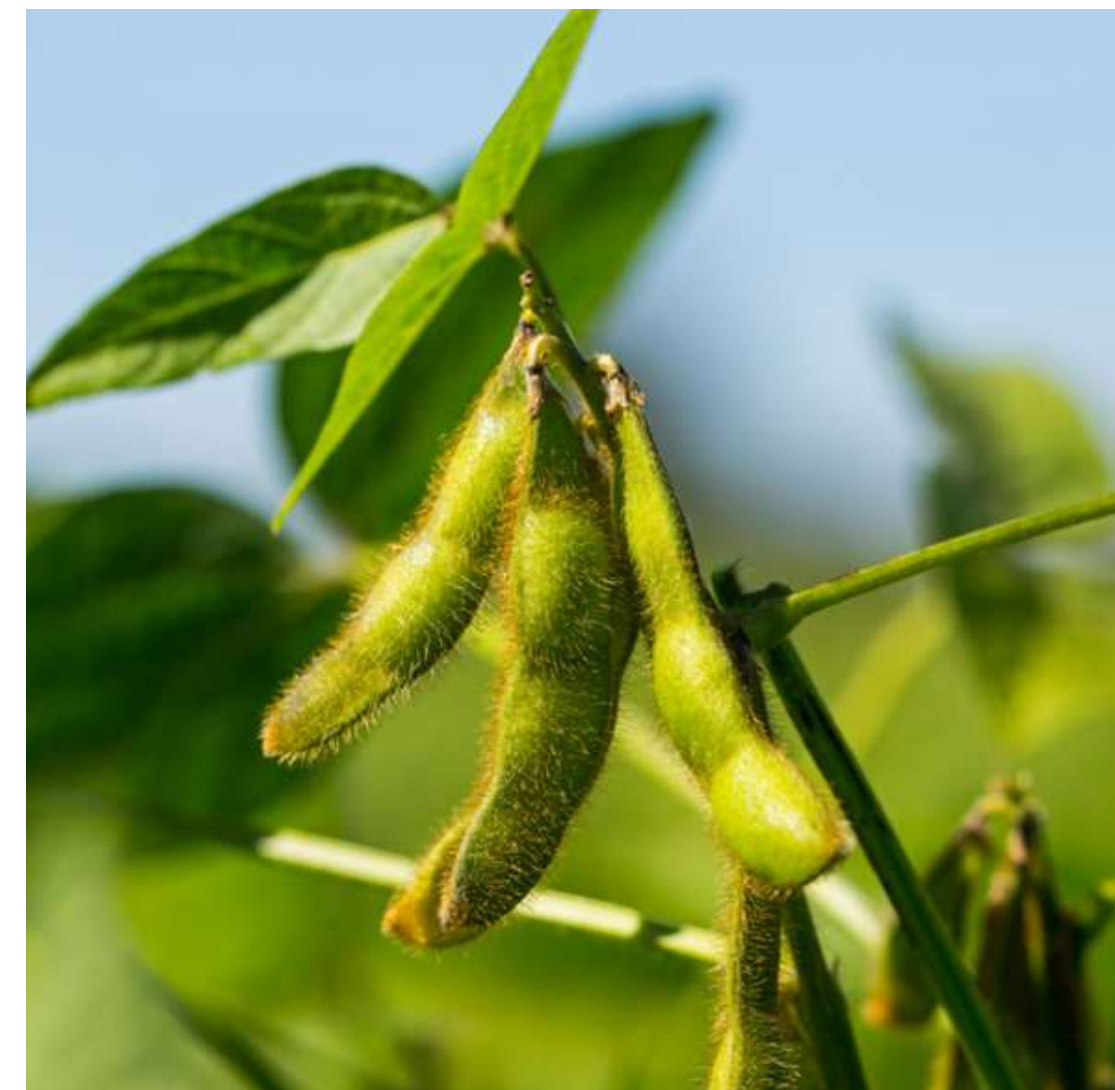
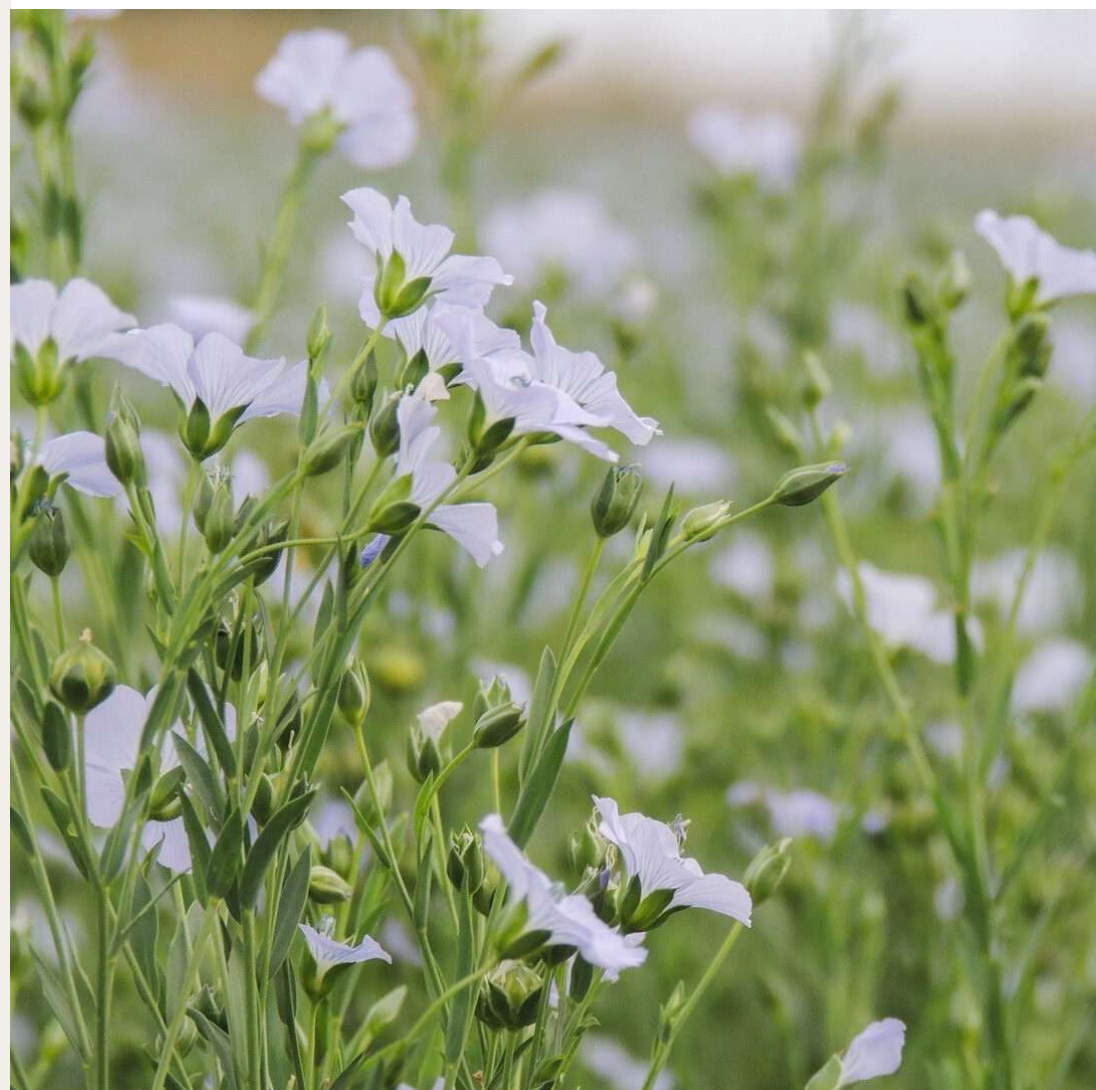
## 6 Размножение и Внедрение

Организация семеноводства и широкое распространение в производстве.



# Самоопыление: Что это, примеры культур.

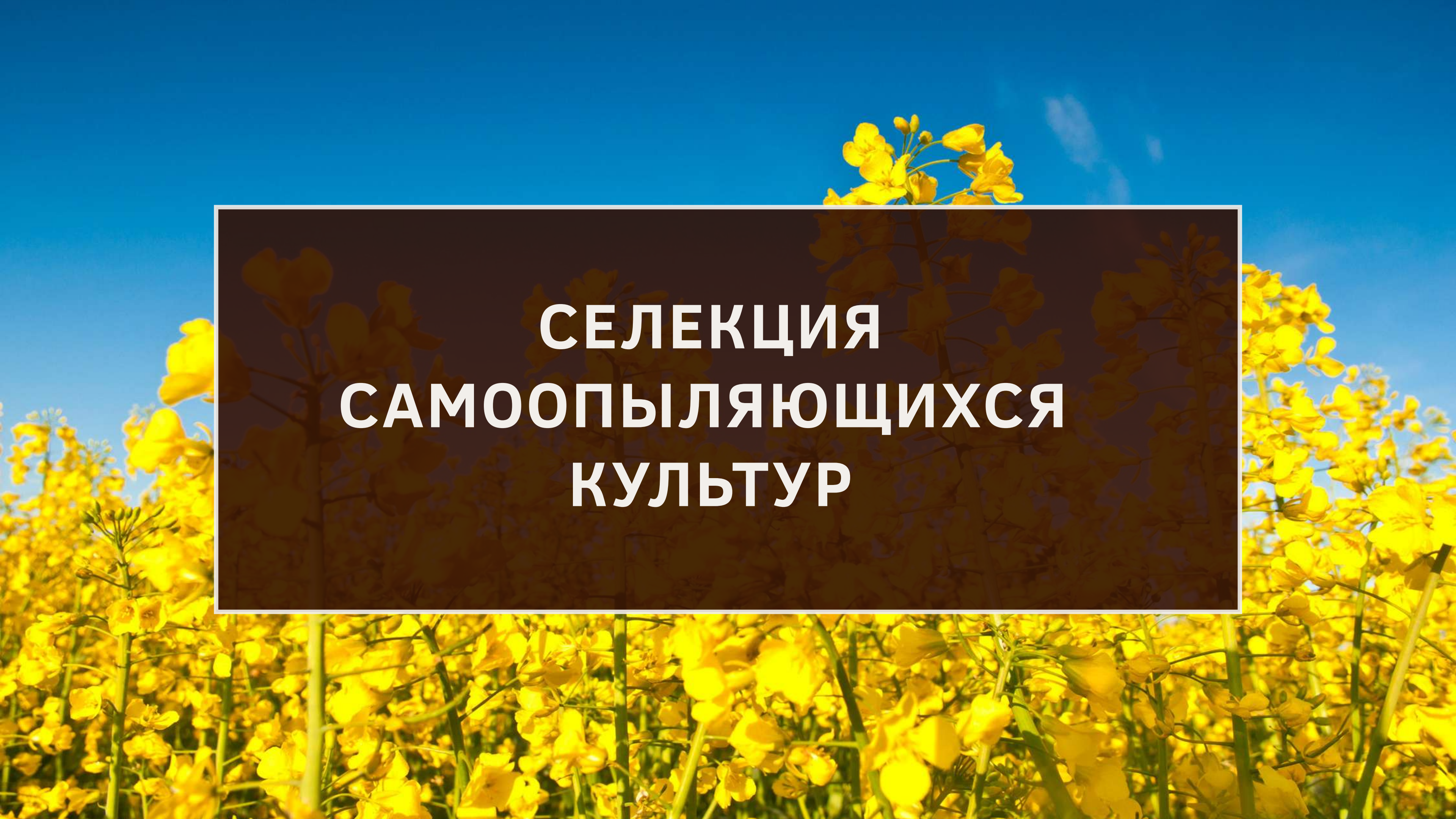
Самоопыление (автогамия, аутогамия) — тип опыления у высших растений, при котором пыльца из пыльников переносится на рыльце пестика того же самого цветка или между цветками одного растения. Для этого процесса обычно не требуются внешние опылители — растение реализует его автономно.



# Перекрестное опыление: Что это, примеры культур.

Перекрестное опыление — это процесс, при котором пыльца, созревшая на одном цветке, попадает на рыльце пестика другого цветка того же вида. Такое опыление может происходить между различными цветками одного растения или разных растений.



A vibrant field of yellow rapeseed flowers stretches across the frame under a clear, bright blue sky. The flowers are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The perspective is from a low angle, looking up at the flower stalks. A dark, semi-transparent rectangular box is centered over the middle of the image, containing white text.

**СЕЛЕКЦИЯ  
САМООПЫЛЯЮЩИХСЯ  
КУЛЬТУР**



## Особенности

1. Высокая гомозиготность
2. Генетическая однородность
3. Стабильность
4. Быстрое закрепление признаков



# МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ САМООПЫЛЯЮЩИХСЯ КУЛЬТУР





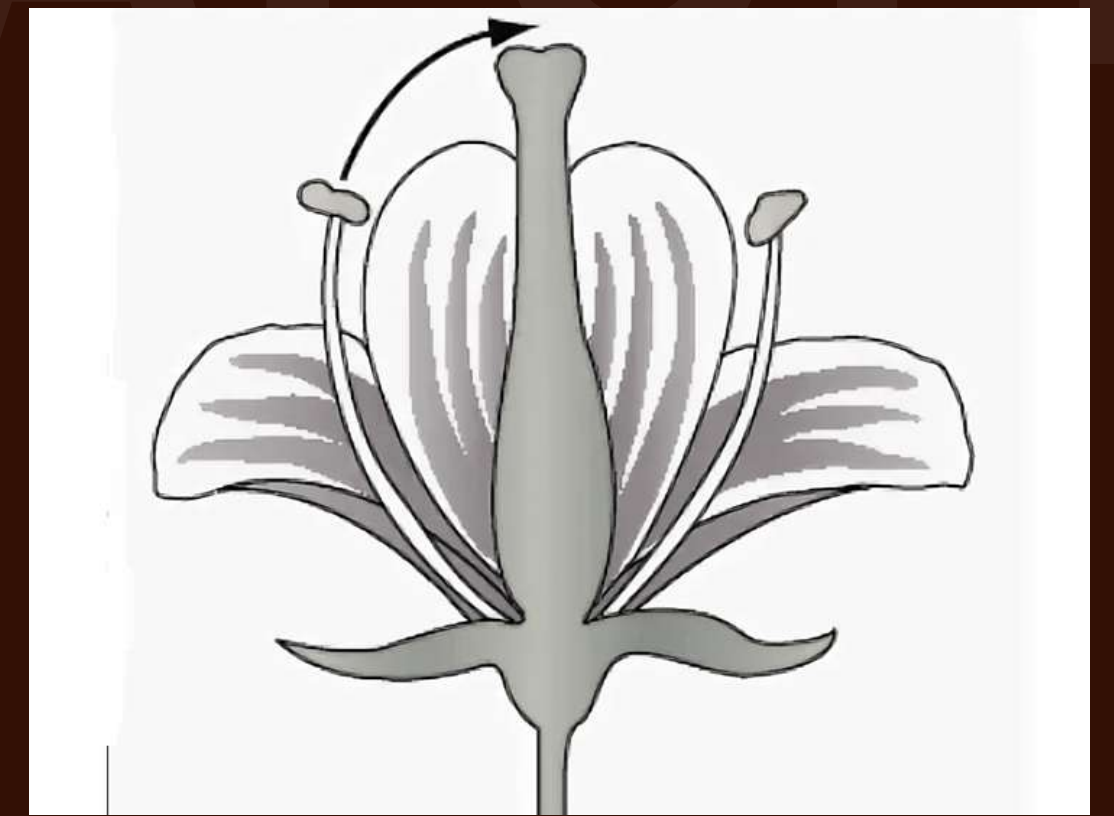
## *Массовый отбор*

Отбор большого числа растений по фенотипу (внешним признакам).



## *Индивидуальный отбор*

Принцип "лучшее растение — лучшее потомство".



## *Гибридизация*

Скращивание сортов для получения новой изменчивости.

# Методы селекции растений

## подбор родительских пар

(географически удаленные, генетически удаленные)

## гибридизация

## отбор

### близкородственная инцухт

### неродственная аутбридинг

### индивидуальный

### массовый

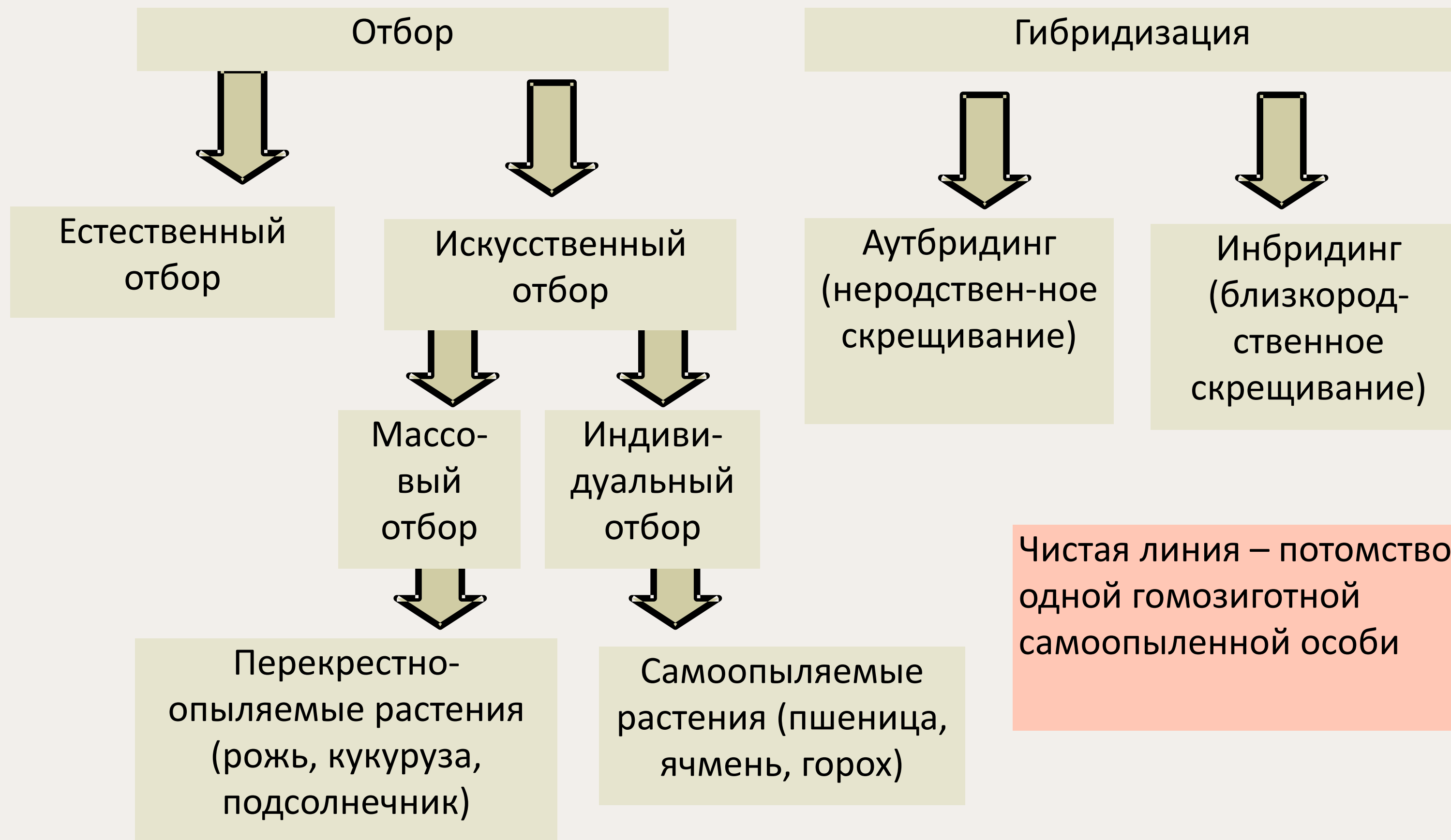
Самоопыление у перекрестноопыляющихся путем искусственного воздействия для получения чистых линий

Внутривидовое, межвидовое, межродовое скрещивание, ведущее к гетерозису

Отбор единичных особей с нужными признаками у самоопыляющихся растений, выделяются чистые линии

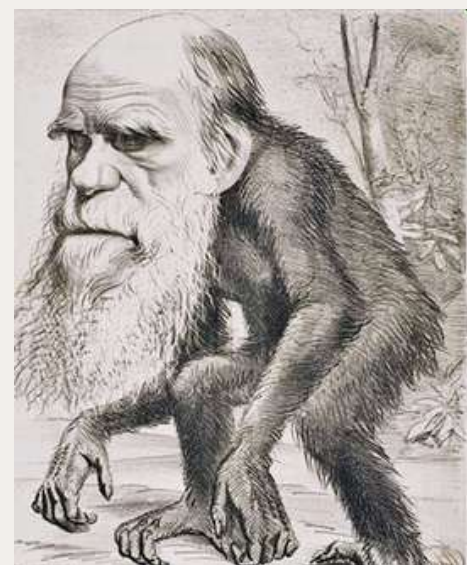
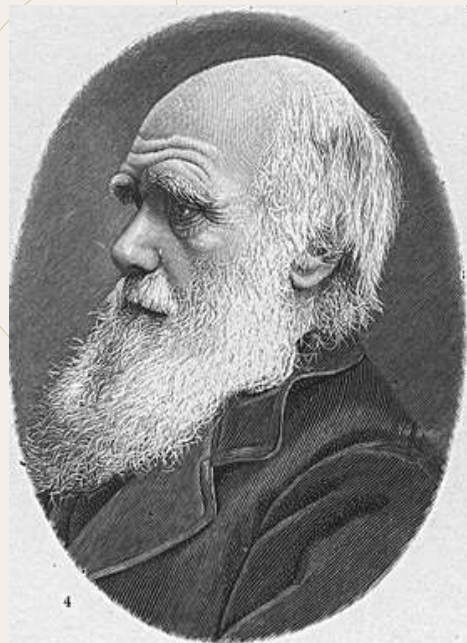
Отбор по фенотипу у группы особей, для перекрестноопыляющихся растений (многократно)

# Основные методы селекции



# Методы селекции самоопыляющихся культур

Метод	Суть	Цель применения
<b>Метод чистых линий</b>	Выделение и размножение потомства одного растения с ценными признаками	Получение генетически однородных и стабильных сортов
<b>Индивидуальный (индивидуально-семейственный) отбор</b>	Отбор лучших растений, проверка потомства и сохранение лучших линий	Улучшение существующих сортов, закрепление полезных признаков
<b>Гибридизация</b>	Скрещивание разных сортов или видов	Объединение ценных признаков в одном генотипе
<b>Повторные скрещивания (беккроссы)</b>	Многократное скрещивание гибрида с одним из родителей	Перенос отдельных признаков в ценный сорт
<b>Мутационная селекция</b>	Индукция наследственных изменений с помощью радиации или химических веществ	Создание новых форм с полезными свойствами
<b>Полиплоидия</b>	Искусственное увеличение числа хромосом	Повышение урожайности, улучшение качества и устойчивости



## Отбор как основной метод селекции и семеноводства.

*По своей сути отбор – это процесс дифференцированного (неодинакового) воспроизведения в потомстве различных генотипов популяции: наиболее ценные для целей отбора воспроизводятся (высеваются и дают потомство), а менее ценные – не воспроизводятся (выбраковываются).*

Отбор бывает двух видов: *естественный* (происходит в природе) и *искусственный* (выполняется в селекции и семеноводстве).

В дарвинизме естественный отбор – один из главных факторов эволюции.

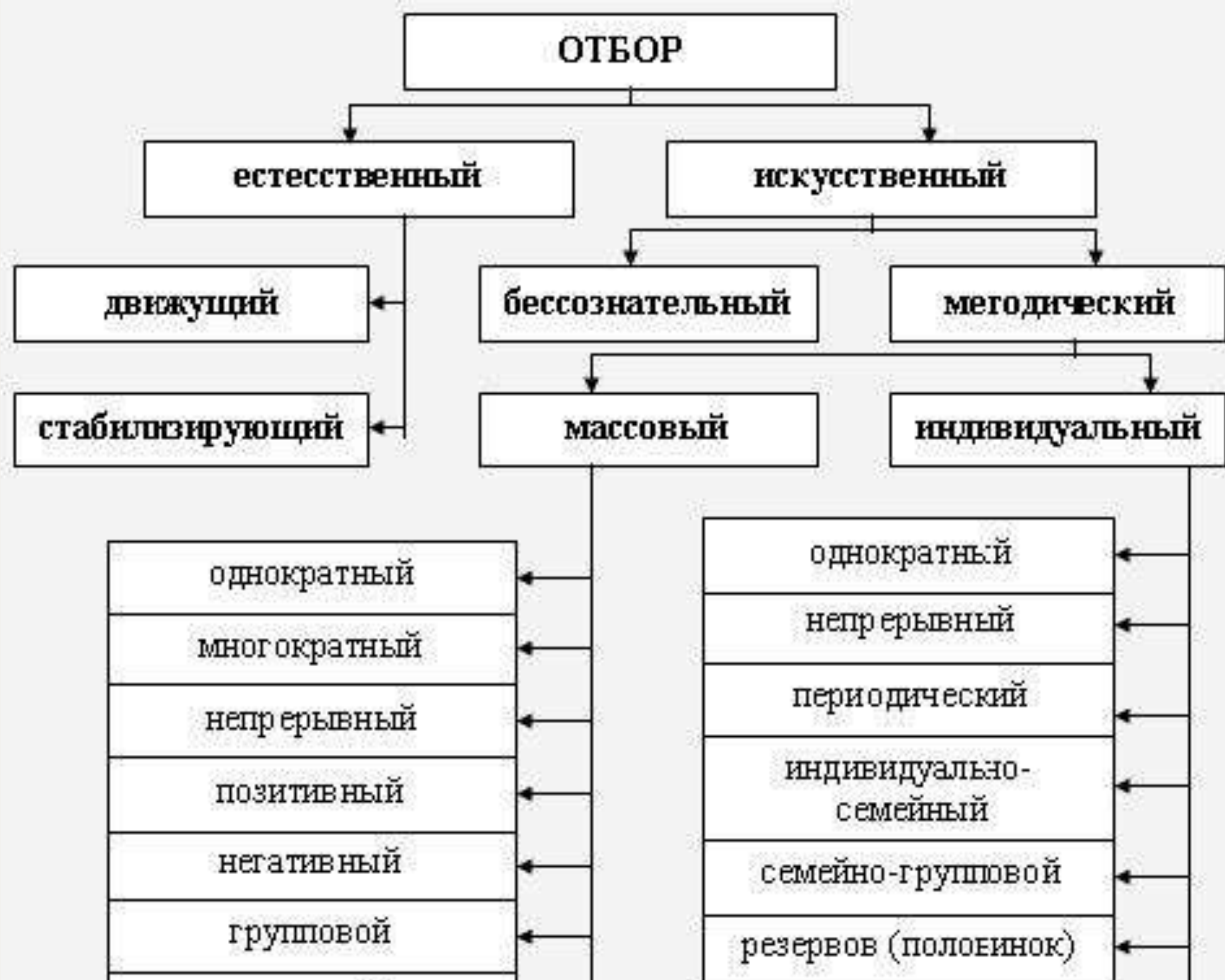
Он бывает либо позитивный (сохраняет эволюционно ценные особи), либо негативный (устраняет плохо приспособленные особи), либо модальный (сохраняет типичные для данной популяции особи).

# МЕТОДЫ ОТБОРА

Основными методами селекции являются **гибридизация и отбор**.

Основой селекционной работы является **искусственный отбор**, позволяющий в короткое время и при ограниченном числе особей получить нужный сорт, породу или штамм





Классификация методов отбора.

## **Искусственный отбор включает два этапа:**

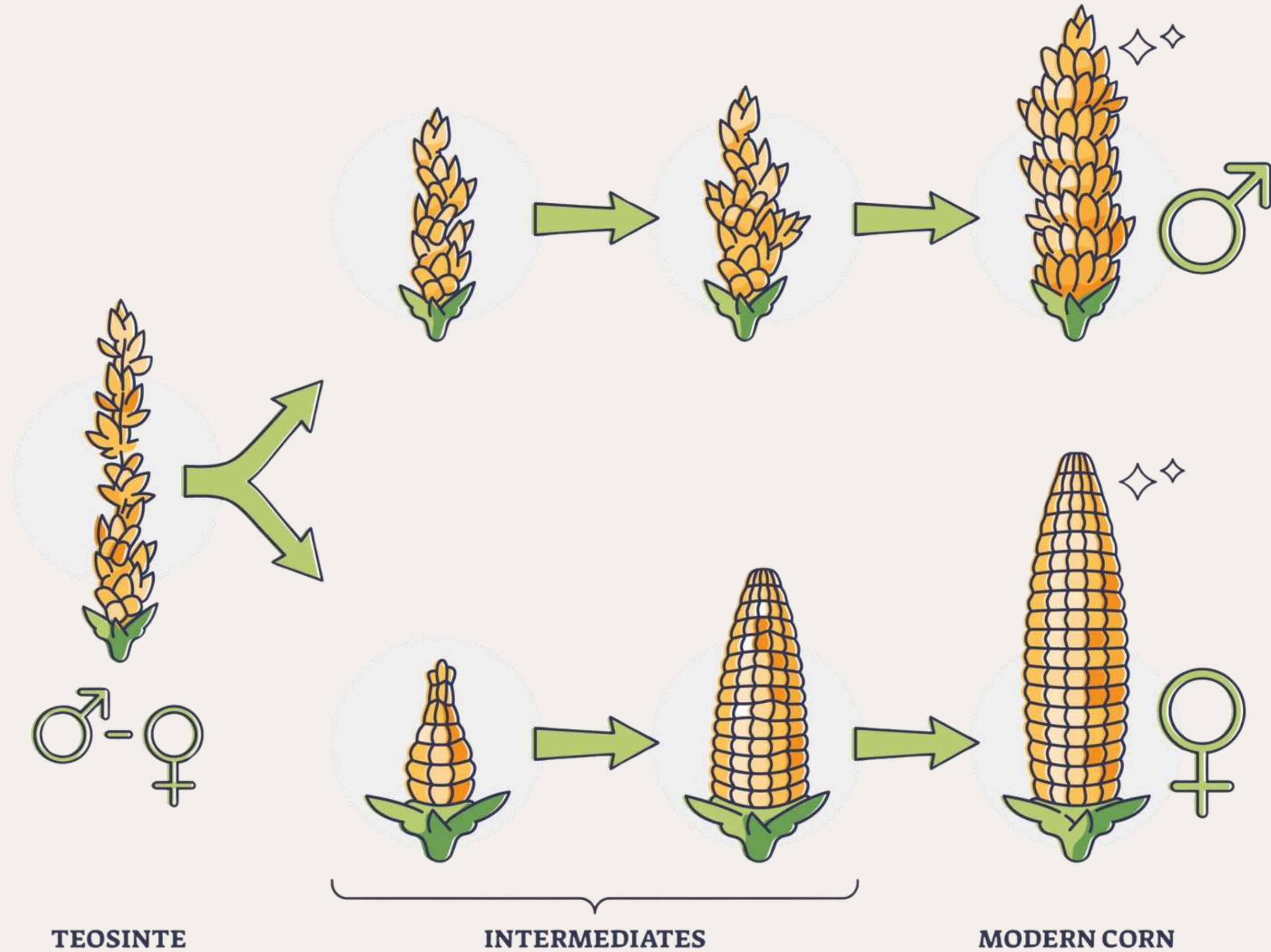
- 1) в исходной популяции (из исходного материала) отбирают лучшие (элитные) особи по определённым критериям;*
- 2) проводят испытания потомств отобранных растений, проверяя успех отбора желаемых генотипов.*

Существует два основных метода искусственного отбора: **массовый** и **индивидуальный**.

Исторически массовый отбор предшествовал индивидуальному, на нем были основаны примитивная и народная селекция.

Индивидуальный отбор начали использовать в период промышленной селекции.

# ИСКУССТВЕННЫЙ ОТБОР



# Схема селекционного процесса для самоопыляющихся культур



## Создание исходного материала

- Использование местных сортов
- Завоз и интродукция сортов из других регионов
- Гибридизация (сорт × сорт, сорт × дикий вид)
- Мутационная селекция
- Полиплоидия



## Получение гибридов

- Искусственное скрещивание родительских форм



## Формирование гомозиготных линий

- Самоопыление в  $F_2-F_B$
- Индивидуальный или семейственный отбор
- Оценка на хозяйственно ценные признаки



## Испытание и отбор лучших линий

- Оценка урожайности
- Устойчивость к болезням и вредителям
- Качество продукции
- Адаптивность к условиям региона



## Государственное сортоиспытание

- Проверка в разных зонах выращивания



## Районирование и внедрение в производство

# МАССОВЫЙ ОТБОР

## Цель

- Повышение частоты желательных генов в популяции.
- Повышение средних показателей по сравнению с базовой популяцией.

## Принцип

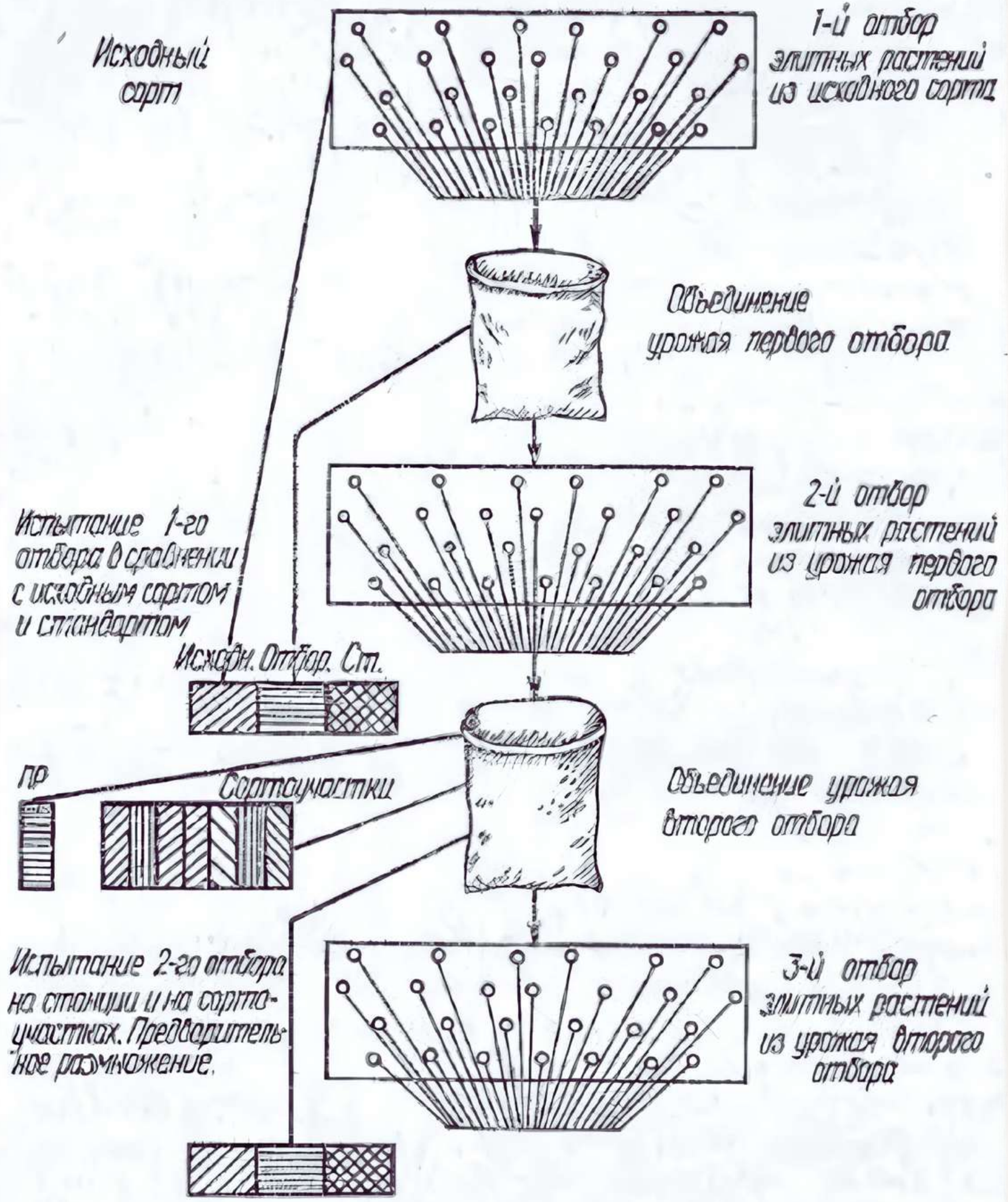
- Основан на фенотипическом отборе растений.
- 1 поколение в каждом цикле отбора.
- Может быть одноразовым или периодическим (рекуррентным).

## Особенности у самоопыляющихся культур

- Эффективность ограничена исходной генетической изменчивостью.
- Новая изменчивость не создаётся в процессе отбора.

## Использование массового отбора

1. Поддержание сортовой чистоты.
2. Выведение сорта из базовой популяции после гибридизации.
3. Сохранение идентичности сортов или кандидатов.
4. Адаптация культур к новым регионам.
5. Создание сортов с горизонтальной устойчивостью к болезням.
6. Частичный массовый отбор для ускорения селекции и снижения затрат.



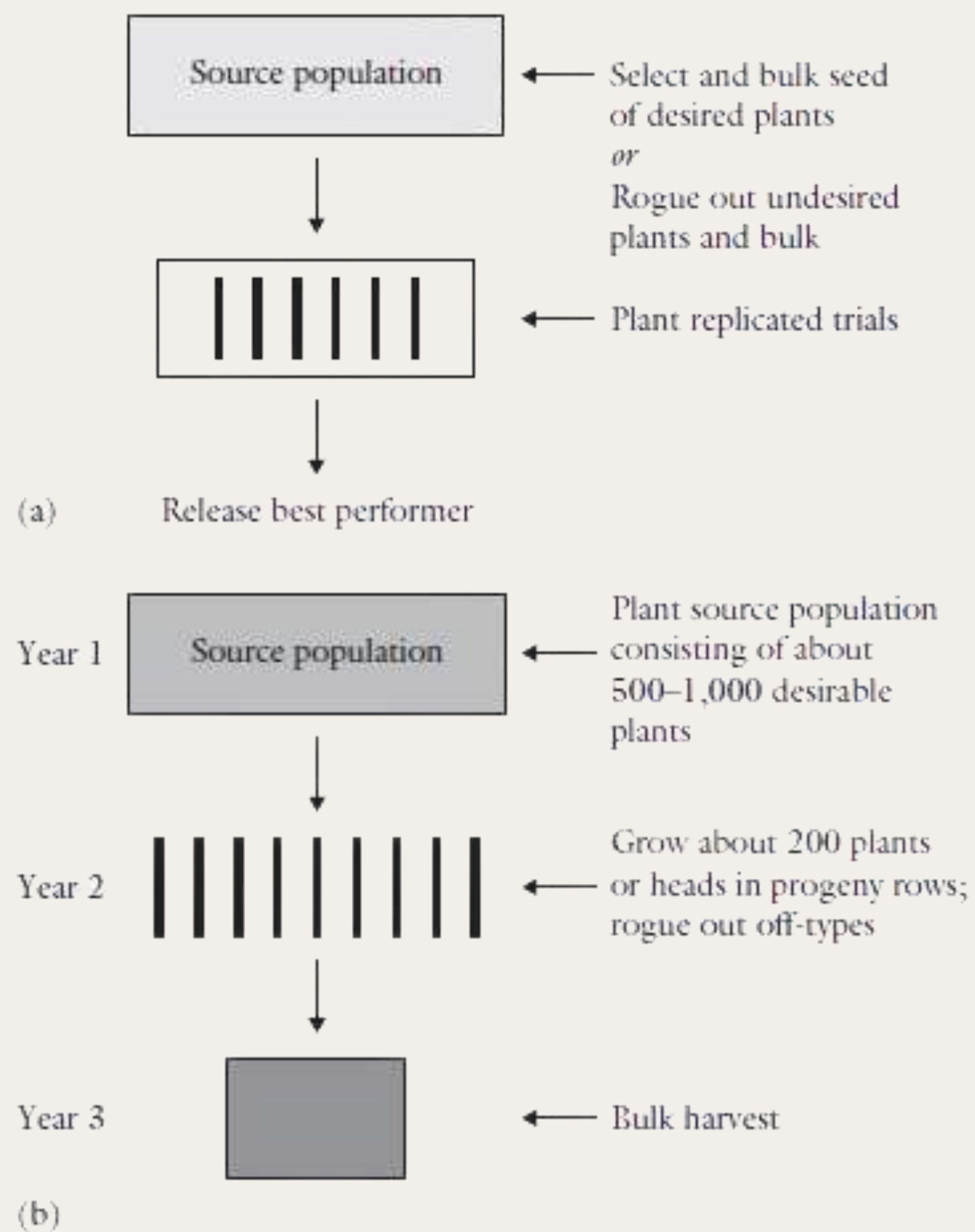
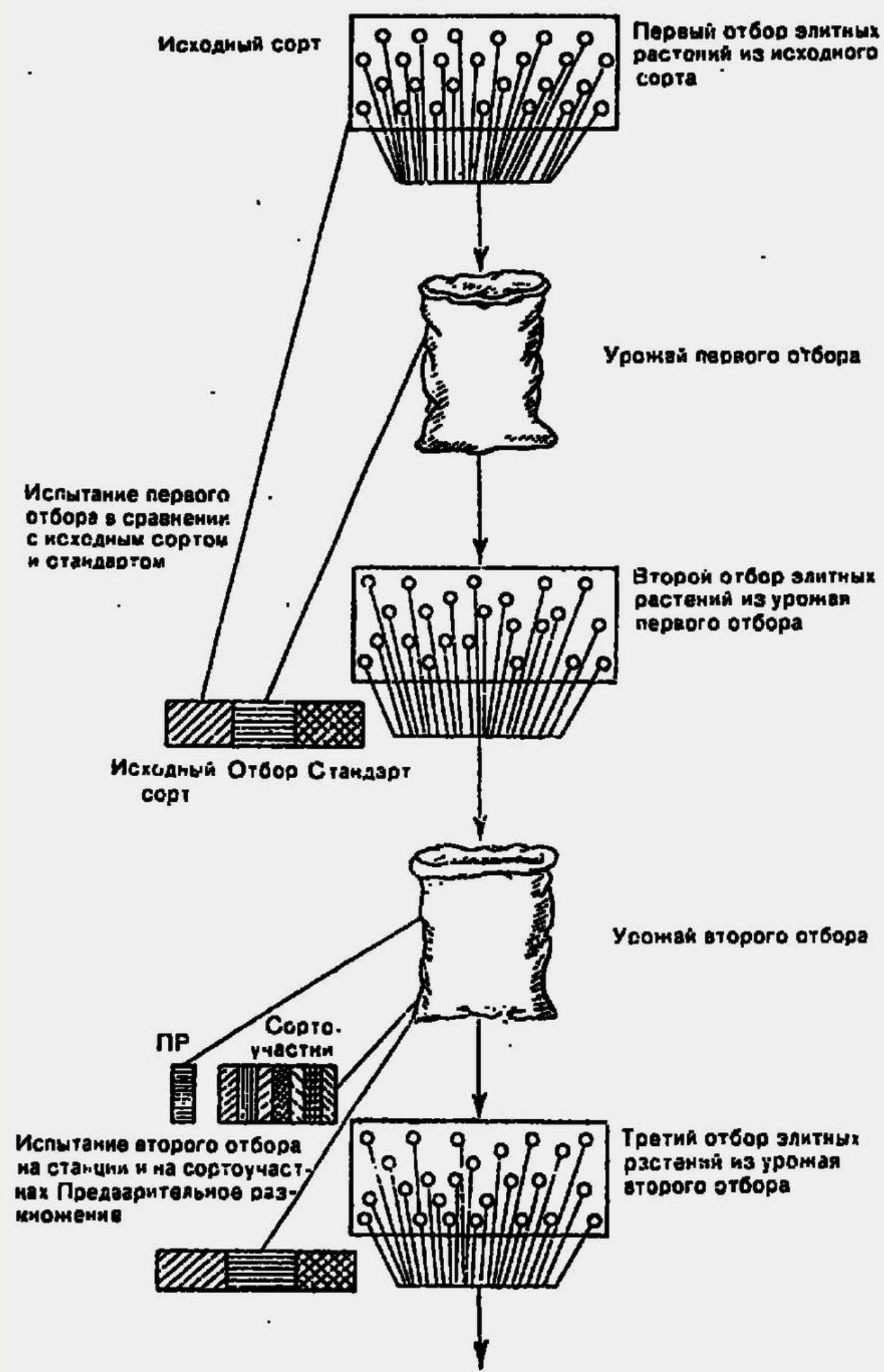
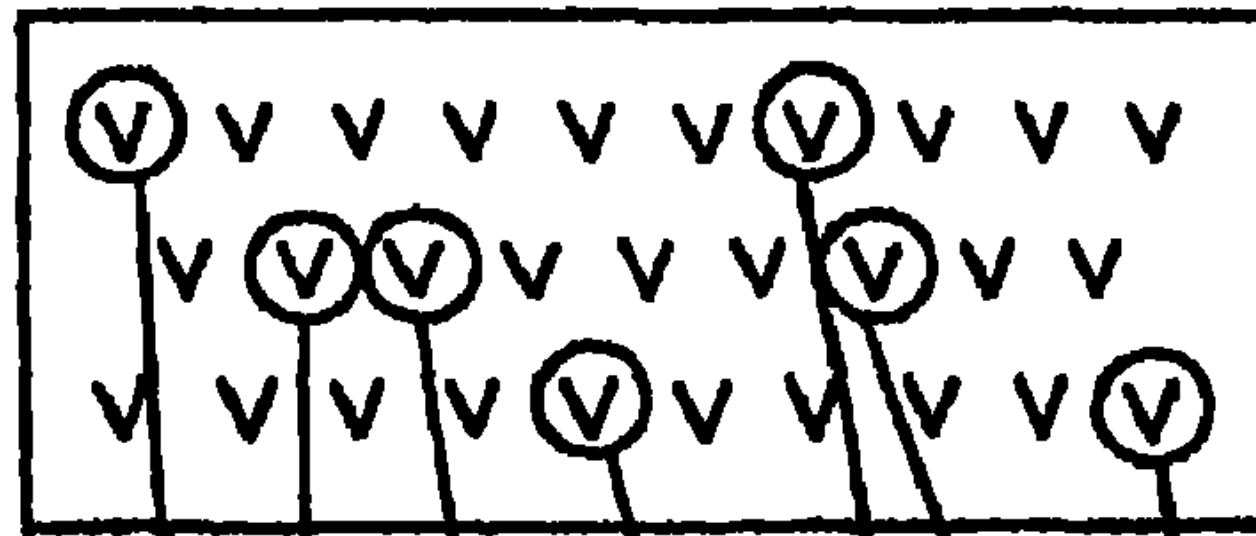


Рисунок Основные шаги в при проведении массового отбора  
 (а) при выведении сорта и (б) сортопрочистки существующих сортов



**Рисунок. Схема многократного массового отбора**

1-й год



Исходный материал.  
Отбор  
элитных растений  
по фенотипу

2-й год



Испытание потомств  
отобранных растений  
(А-линий)

3-й год



Испытание В-линий

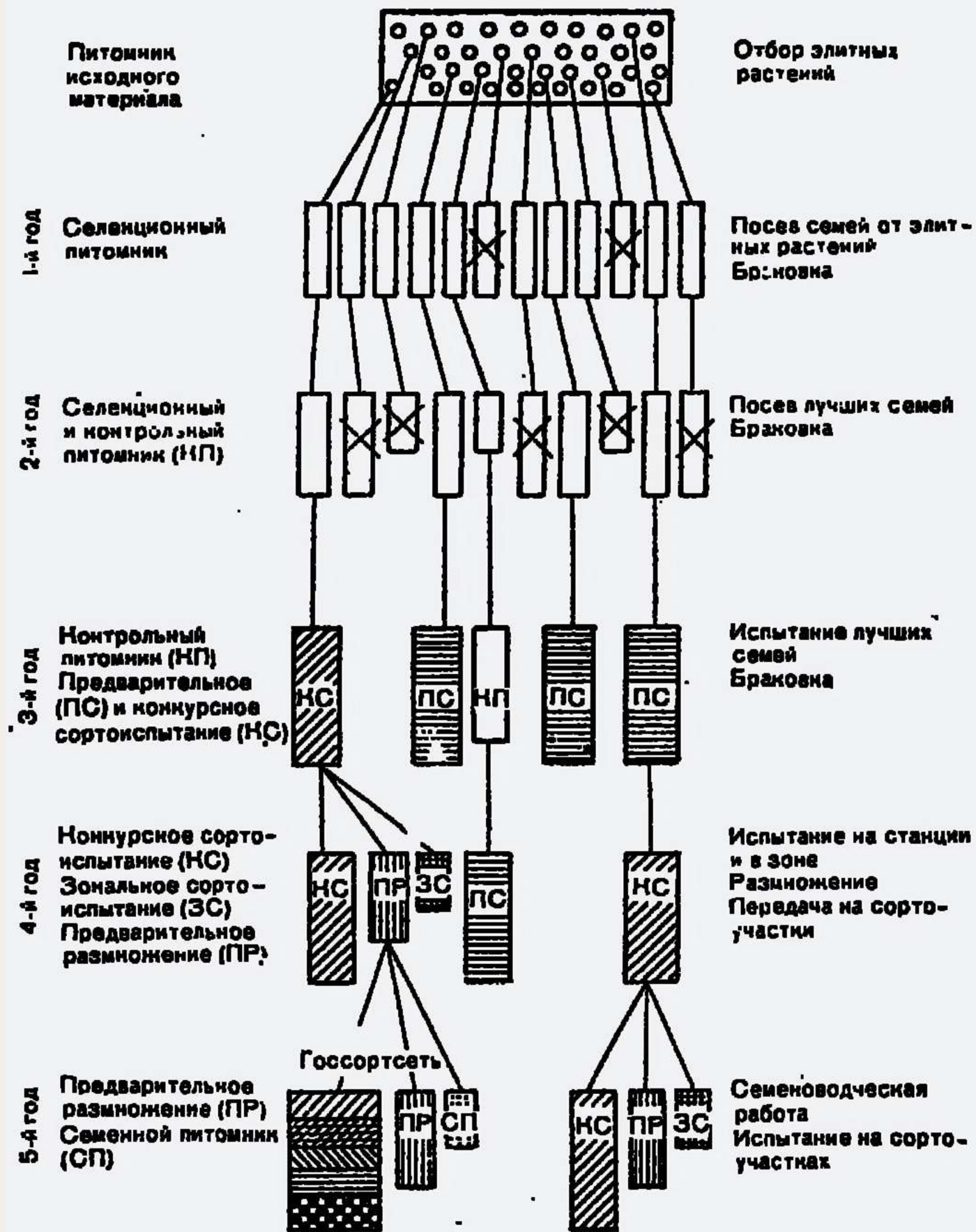
4-й год



Испытание С-линий

Рисунок. Схема однократного индивидуального отбора у самоопыляющихся культур

**Рисунок. Схема однократного индивидуального отбора у самоопыляющихся растений**



# ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ОТБОР: ПУТЬ К ЧИСТЫМ ЛИНИЯМ

- Теория чистых линий, разработанная Иогансеном в 1903 г., показала, что популяции самоопыляющихся видов можно разделить на генетически однородные линии. Такие линии не реагируют на отбор внутри себя, так как различия между ними определяются только генотипом, а внутри линии — условиями среды.

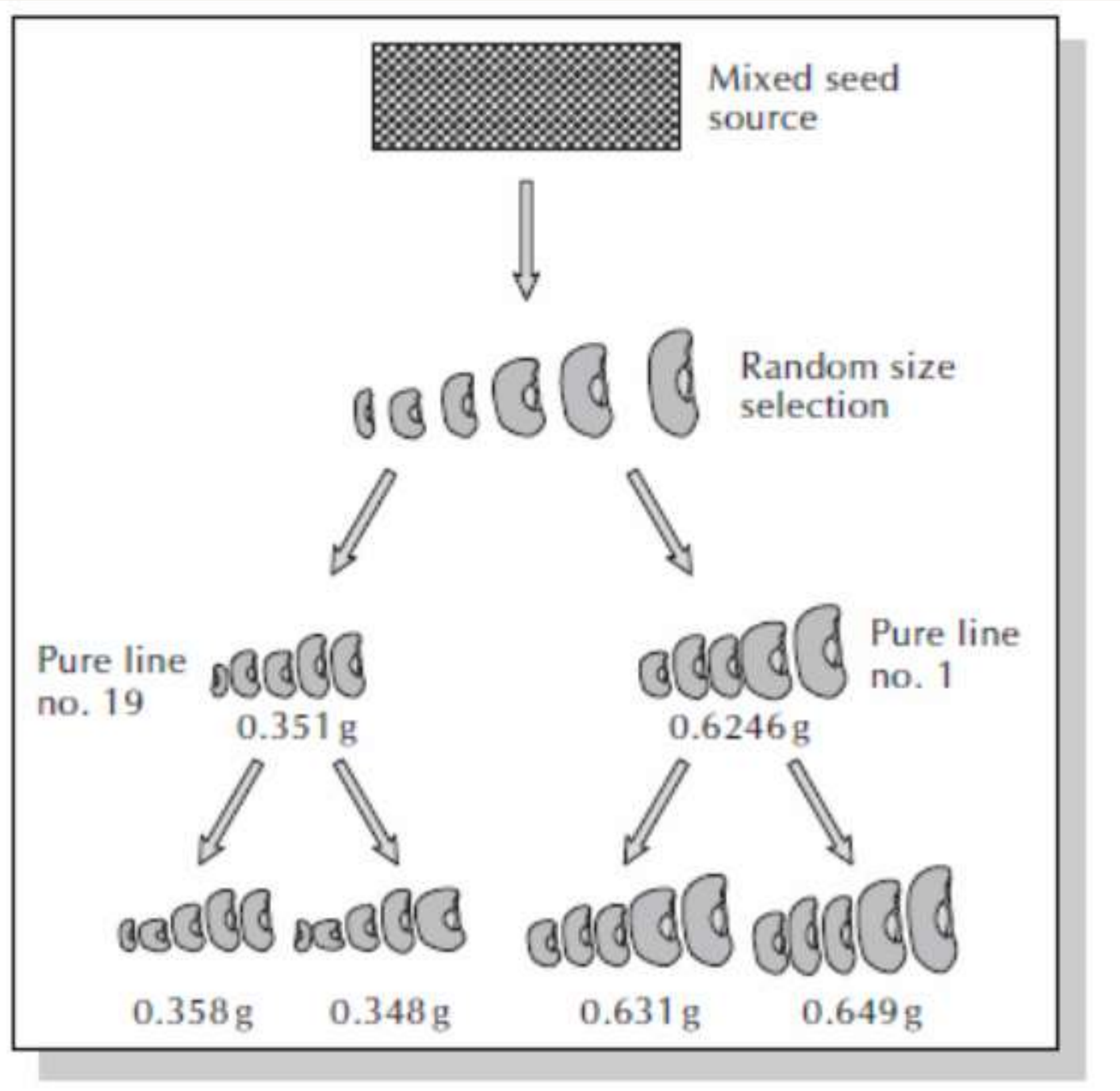
Основные положения:

- Из смешанных популяций можно выделить генетически разные линии.
- Изменения внутри линии обусловлены средой, а не наследственностью.

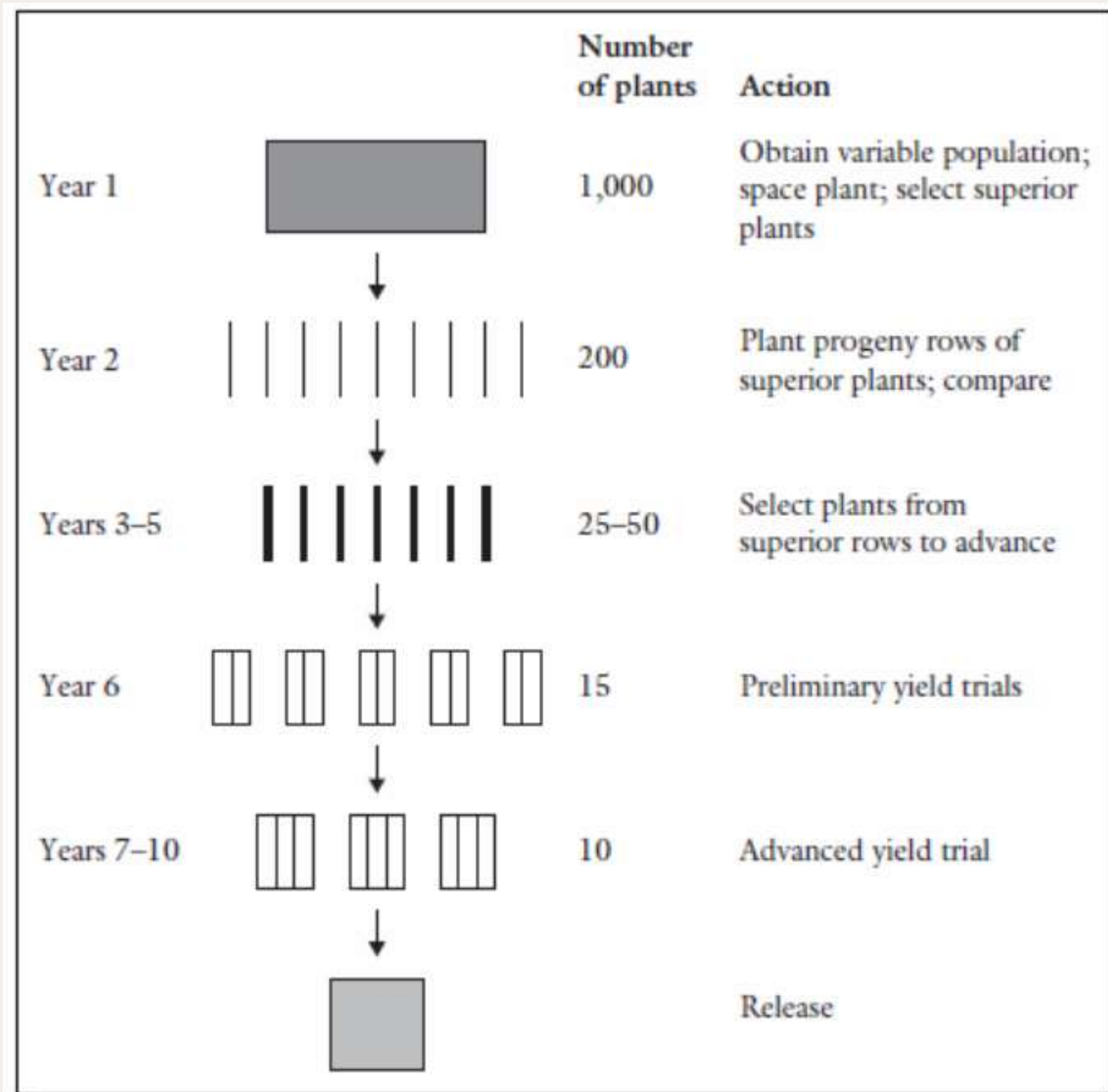
Значение:

- Используются как сорта и как родители гибридов (инбредные линии).
- Служат источником генов для устойчивости к болезням, качества и питательности.
  - Применяются в создании синтетических и мультилинейных сортов.

Рисунок. Развитие теории о чистых линиях Johansen.



# Рисунок. Процедура селекции чистых линий.



# ОТБОР ПО РОДОСЛОВНОЙ

Отбор по родословной — метод селекции самоопыляющихся культур, при котором изменчивость создают гибридизацией, а селекционер фиксирует происхождение каждого растения. Метод описан Н. Н. Лоуэ в 1927 г.

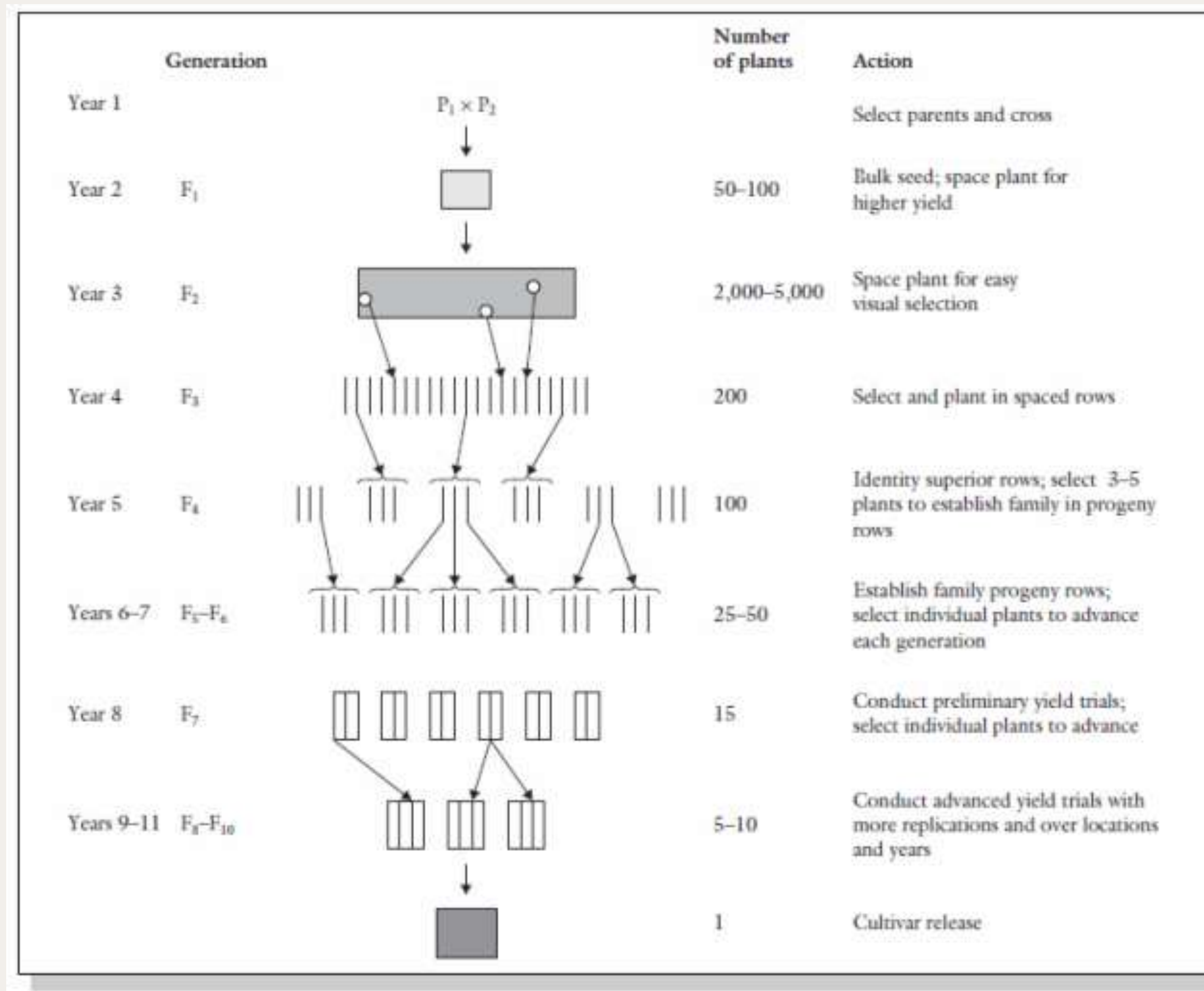
Процесс:

- Скрещивание отобранных родителей для создания базовой популяции.
- Регулирование численности и интенсивный индивидуальный отбор.
- Документирование родословной позволяет проследить путь от родителей до любого потомка.
- В расщепляющихся популяциях отбирают растения по фенотипу до достижения гомозиготности.

Результат — фенотипически однородные растения с нужными признаками.



# Рисунок. Этапы отбора по родословной.



# МАССОВЫЙ ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ОТБОР

- *Массовый популяционный отбор - это метод по улучшению сельскохозяйственных культур, при использовании которой в ранних поколениях используется влияние естественного отбора, а искусственный отбор проводится в более поздних потомствах.*
- *Шведский учёный Н. Nilsson-Ehle впервые разработал процедуру, а Н. V. Harlan со своими коллегами предоставил дополнительное теоретическое обоснование этого метода, в рамках своей селекционной работы с ячменём в 1940 году.*
- *По предложению Харлана, метод основан на тестировании потомств F2 от массовых скрещиваний и отказа от скрещиваний основанных на фенотипическом проявлении продуктивности.*
  - *Другими словами, основной целью является разделение скрещиваний по отбору родителей на основе оценки продуктивности.*
  - *В настоящее время этот метод используется для других целей.*

## Рисунок. Этапы массового популяционного отбора.

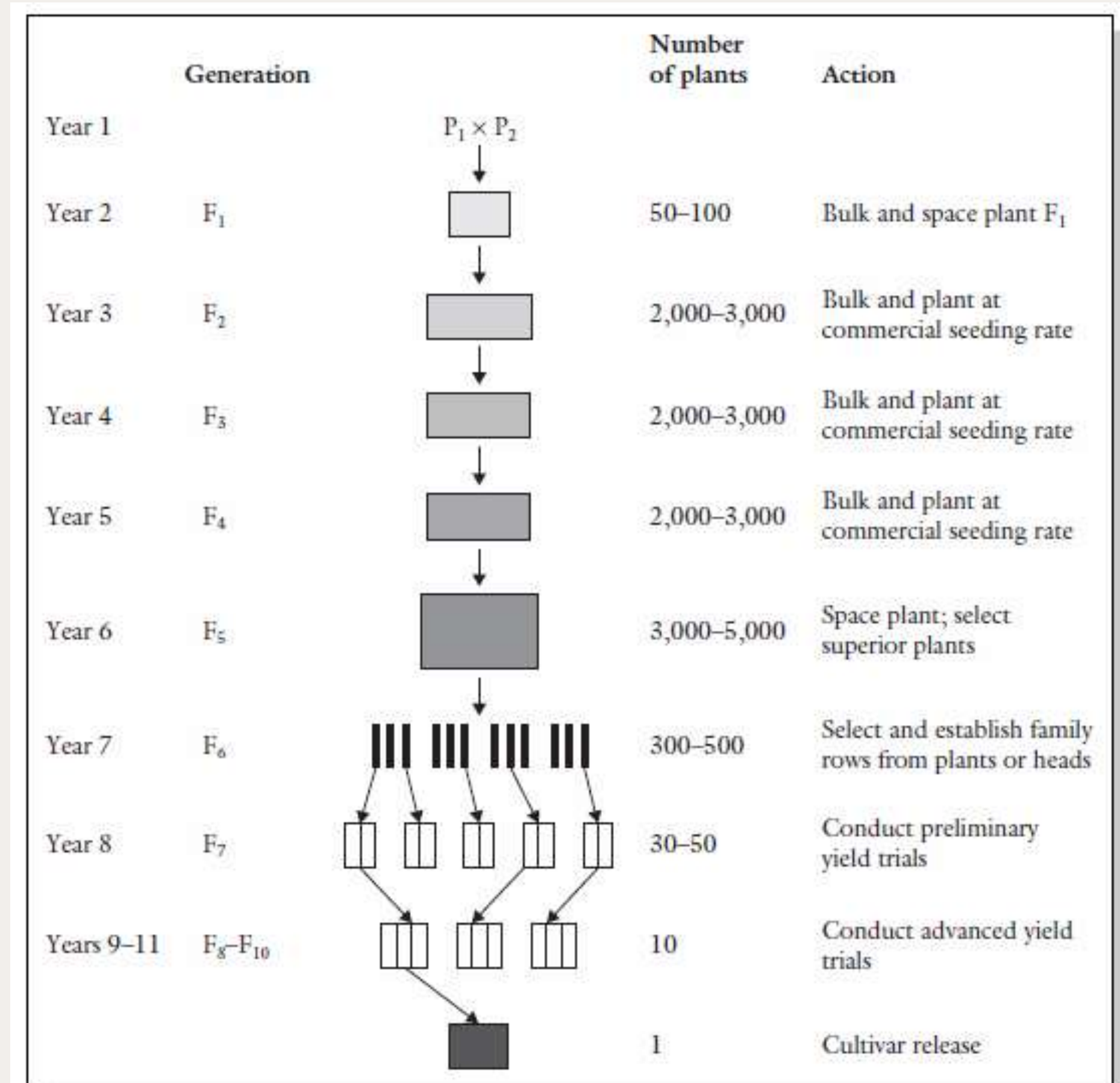
### Последовательность

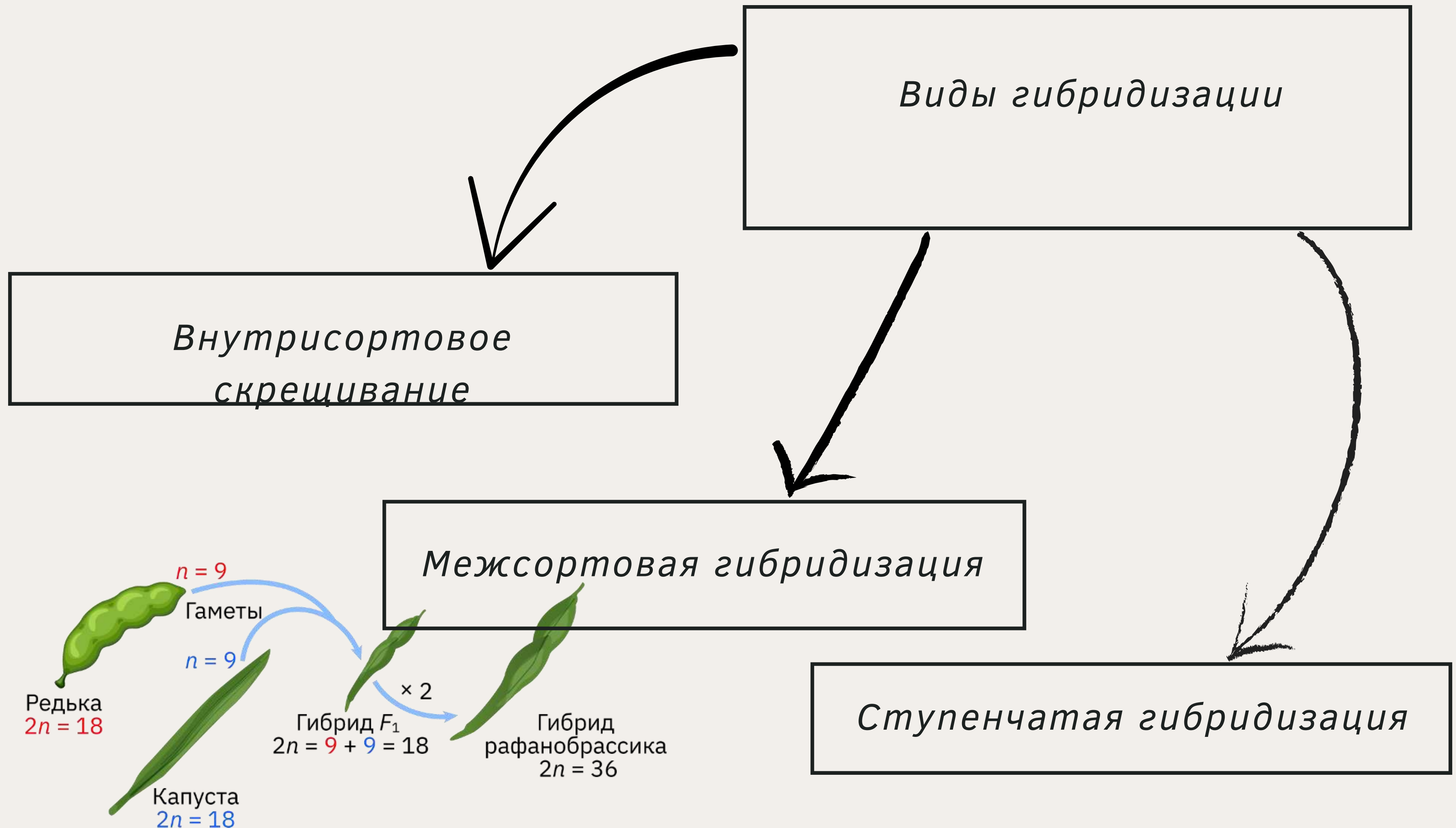
1-й год — отбор родителей и проведение скрещиваний.

2-й год — выращивание 50–100  $F_1$  растений, браковка, сбор семян в общую тару.

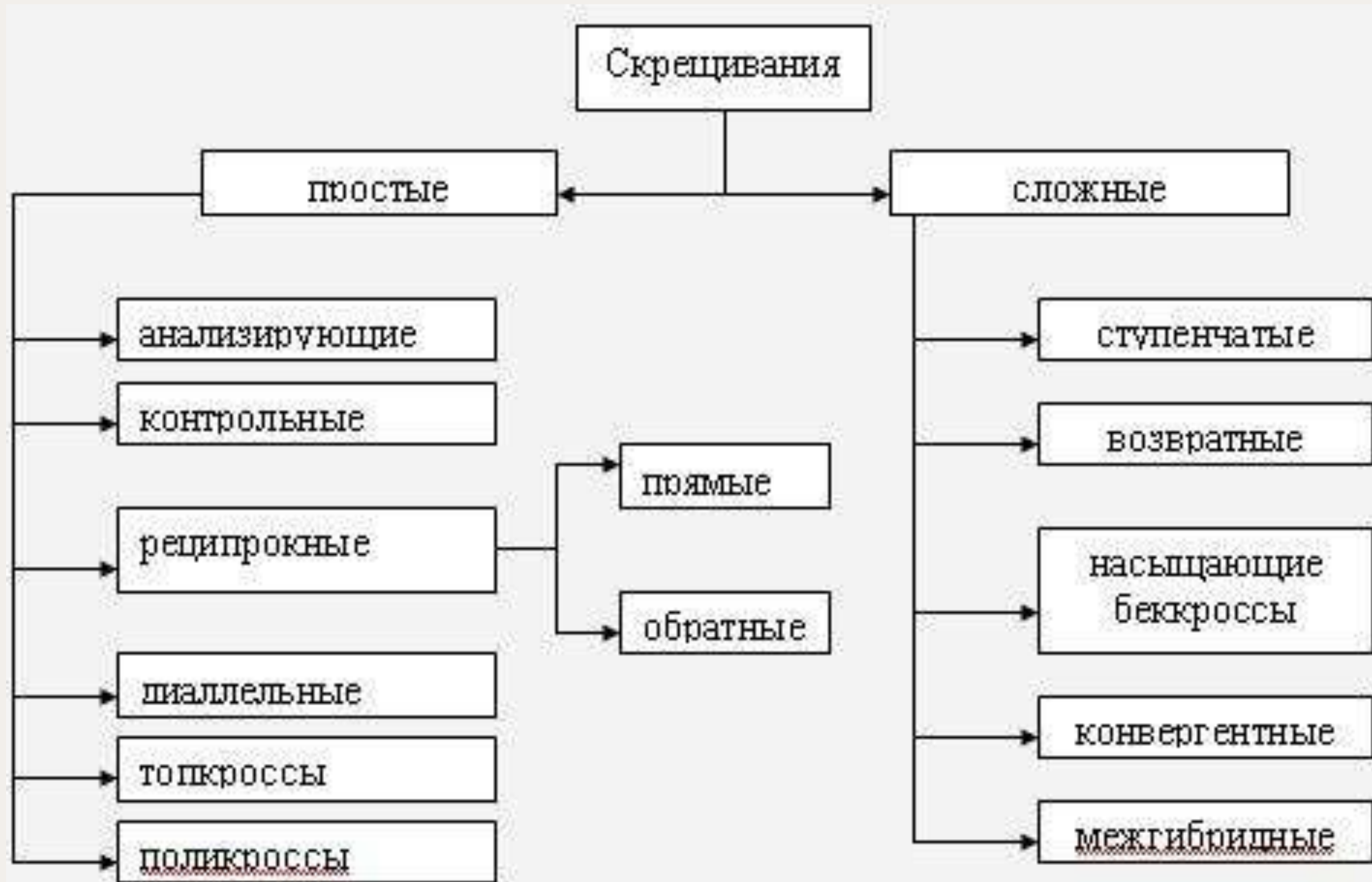
Генетические результаты самоопыления

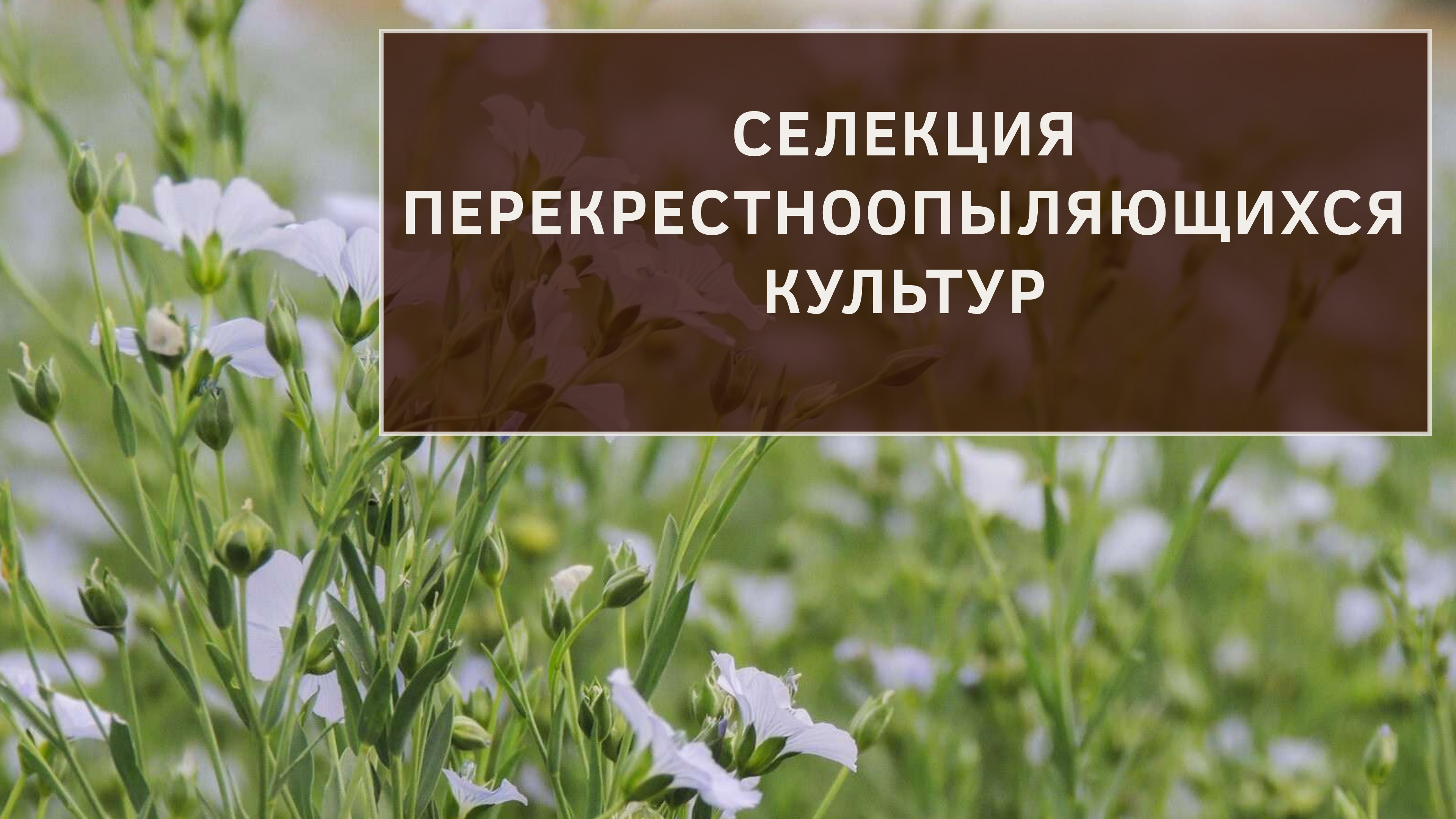
К поздним поколениям — почти полная ГОМОЗИГОТНОСТЬ.





## Типы скрещиваний





**СЕЛЕКЦИЯ  
ПЕРЕКРЕСТНООПЫЛЯЮЩИХСЯ  
КУЛЬТУР**

## *Перекрестное опыление самоопылителей*



Перекрестное опыление самоопылителей используется с целью получения новых сортов



Например, при создании новых сортов пшеницы поступают следующим образом:

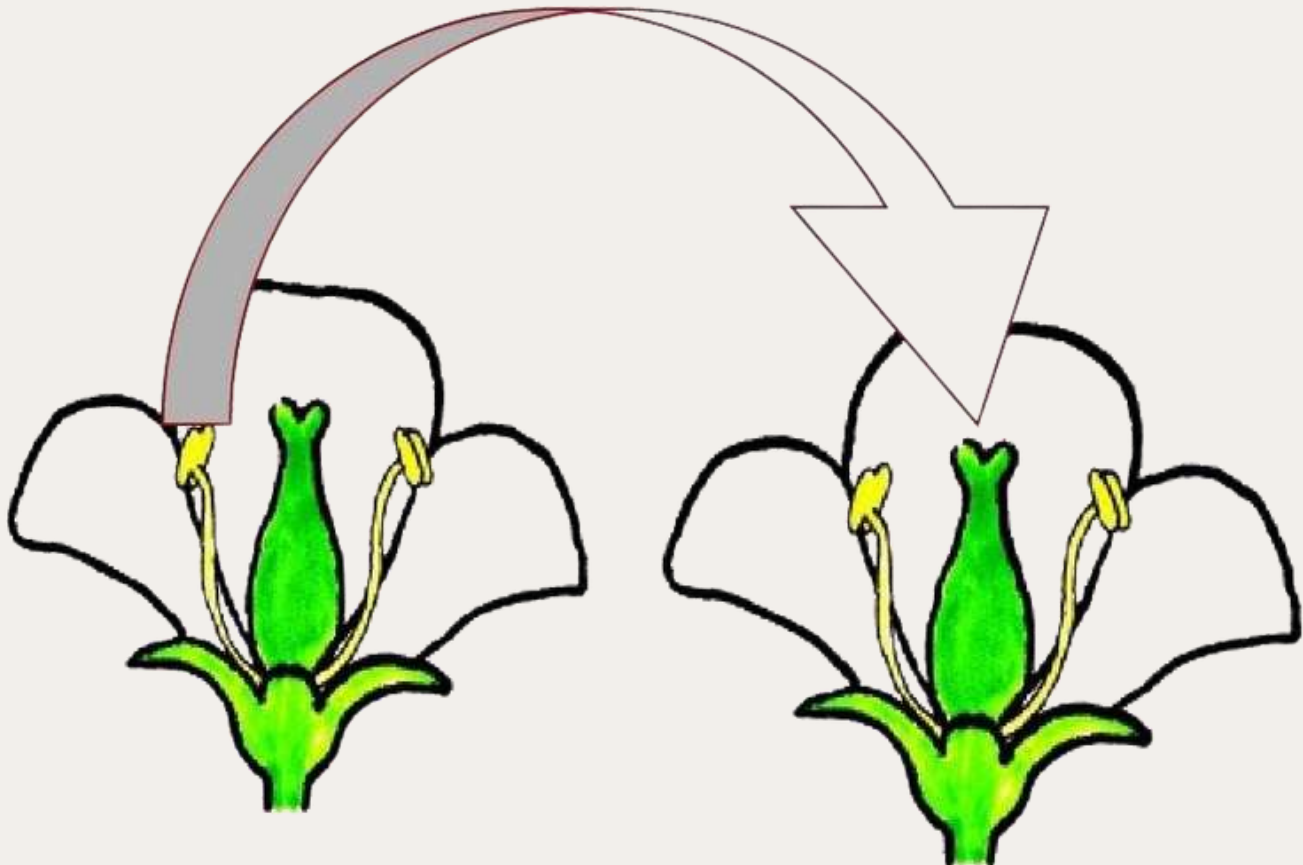
- У цветков растений одного сорта удаляются пыльники
- Растения двух сортов накрываются общим изолятором
- Рядом в сосуде с водой ставятся растения другого сорта
- В результате получают гибридные семена

Перекрестное опыление самоопылителей дает возможность сочетать свойства различных сортов



# Особенности

- 1. Гетерозиготность
- 2. Инбредная депрессия
- 3. Гибридная сила



## Инбридинг, эффект гетерозиса

Инбридинг (близкородственное скрещивание) используют при самоопылении перекрестноопыляемых растений (например, для получения линий кукурузы). Инбридинг приводит к «депрессии», поскольку рецессивные неблагоприятные гены переходят в гомозиготное состояние!

Гетерозис («жизненная сила») – явление, при котором гибридные особи по своим характеристикам значительно превосходят родительские формы.



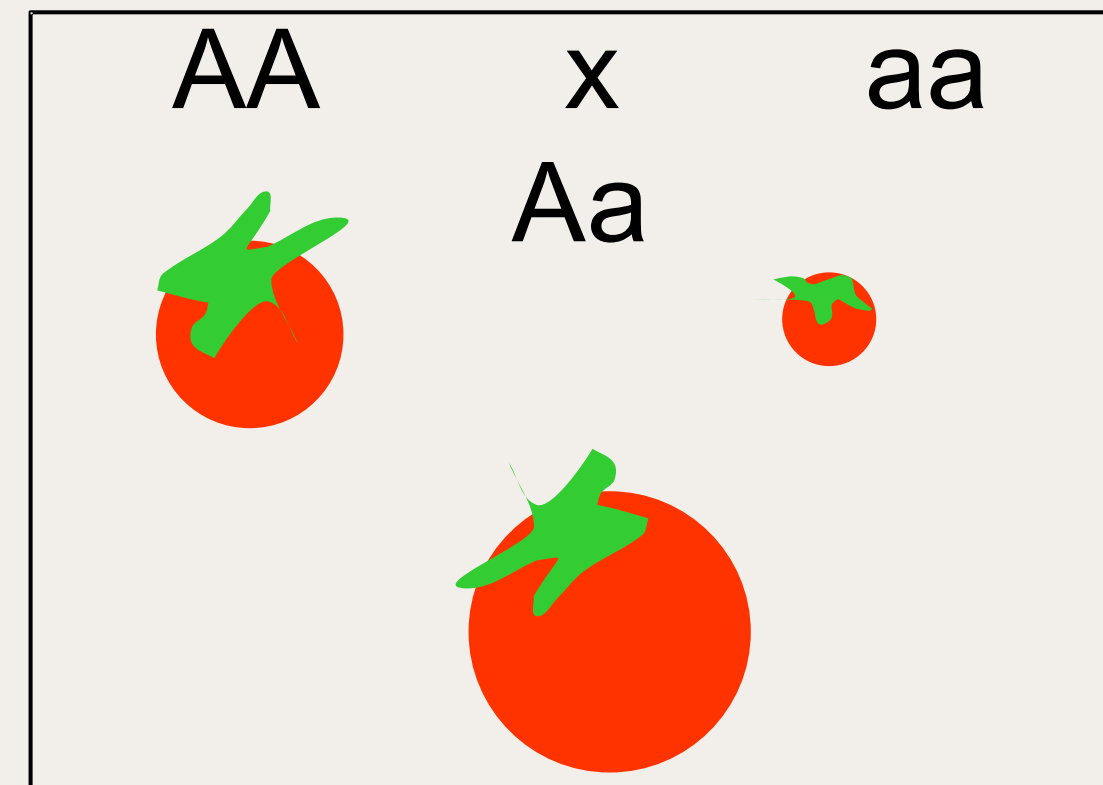
# Инбридинг, эффект гетерозиса

Объясняют эффект гетерозиса две гипотезы:

**Гипотеза доминирования** - гетерозис зависит от количества доминантных генов в гомозиготном или гетерозиготном состоянии: чем больше пар генов будут иметь доминантные гены, тем больше эффект гетерозиса

**Гипотеза сверхдоминирования** - гетерозиготное состояние по одному или нескольким парам генов дает гибриду превосходство над родительскими формами (сверхдоминирование)

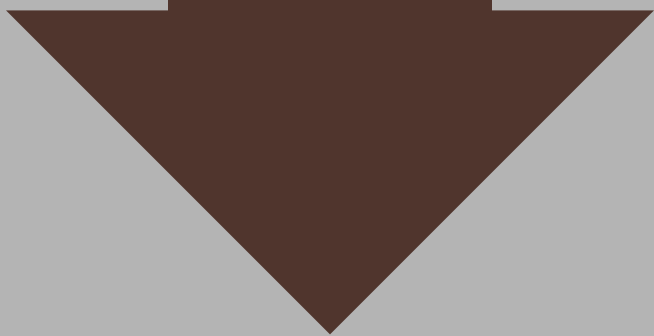
$AAbbCCdd \times aaBBccDD$   
 $AaBbCcDd$



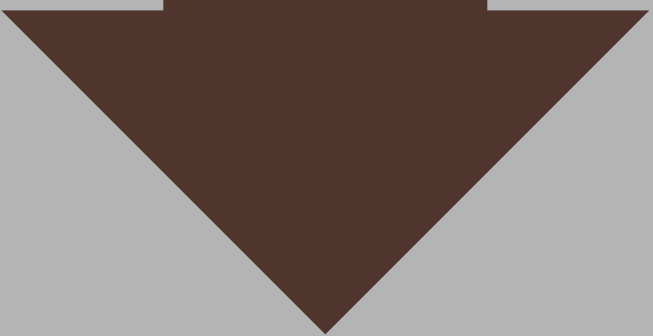


**ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ  
ПЕРЕКРЕСТНООПЫЛЯЮЩИХСЯ  
КУЛЬТУР**

# **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СЕЛЕКЦИИ ПЕРЕКРЕСТНООПЫЛЮЩИХСЯ КУЛЬТУР**



**Создание  
гибридов**



**Создание  
популяционных  
сортов**

# ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ

Массовый отбор

Индивидуально-  
семейственный  
отбор

Создание  
гибридов на  
основе  
инбредных линий

Использование  
цитоплазматическ  
ой мужской  
стерильности  
(ЦМС)

Рисунок. Схема селекционного процесса



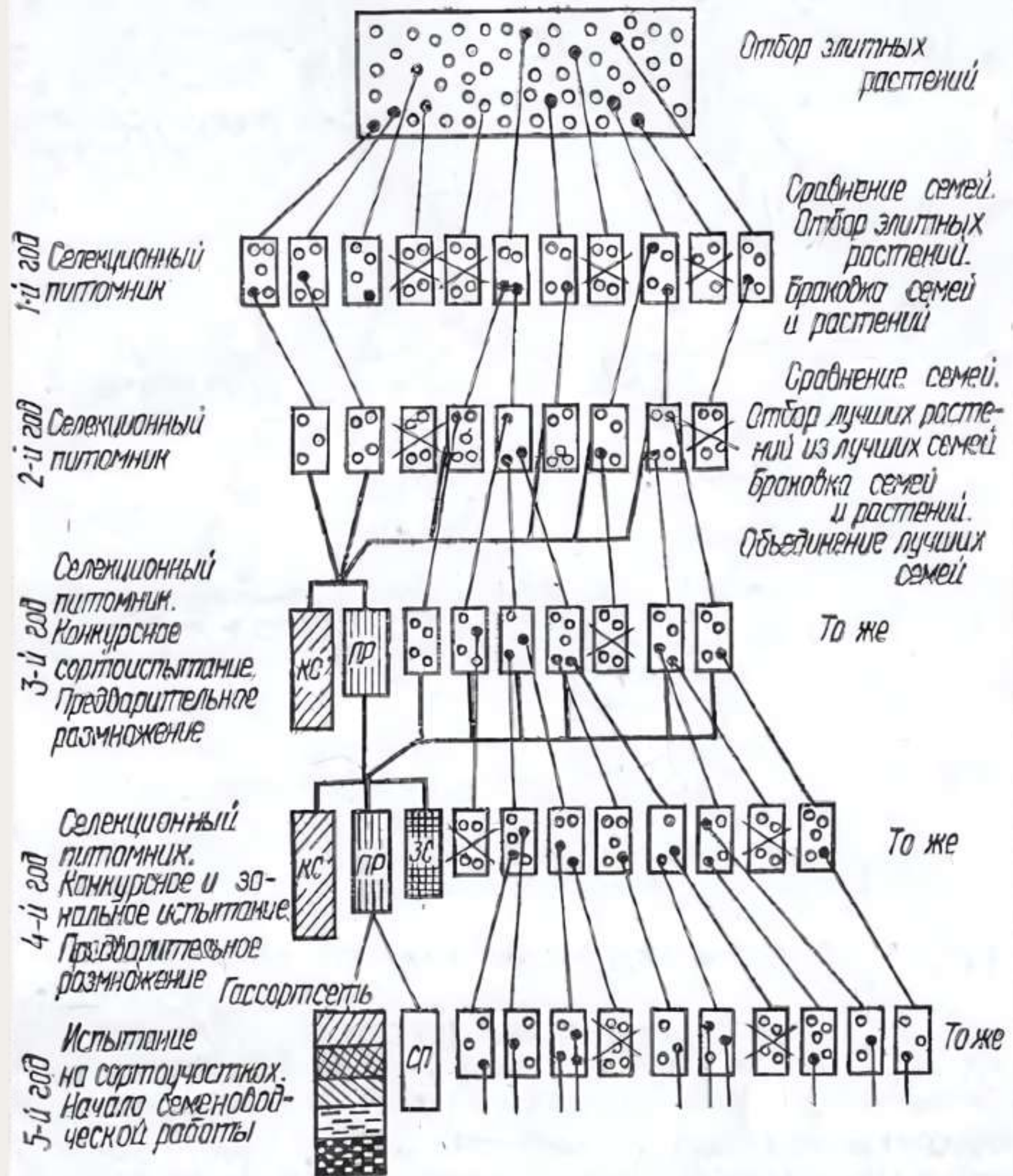


Рисунок. Схема многократного индивидуального отбора у перекрёст-ников с использованием метода половинок

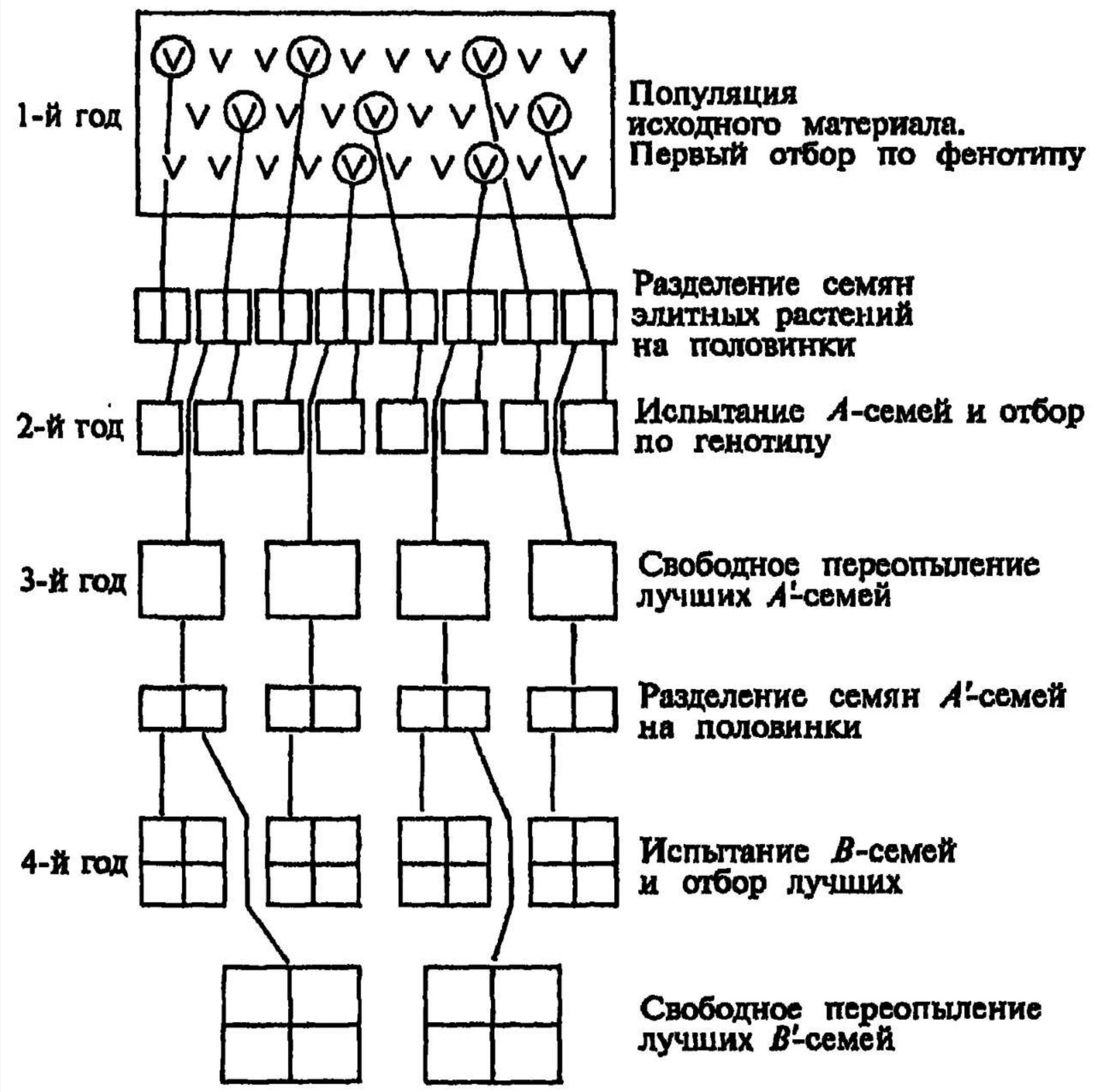


Рисунок. Схема многократного индивидуального отбора.

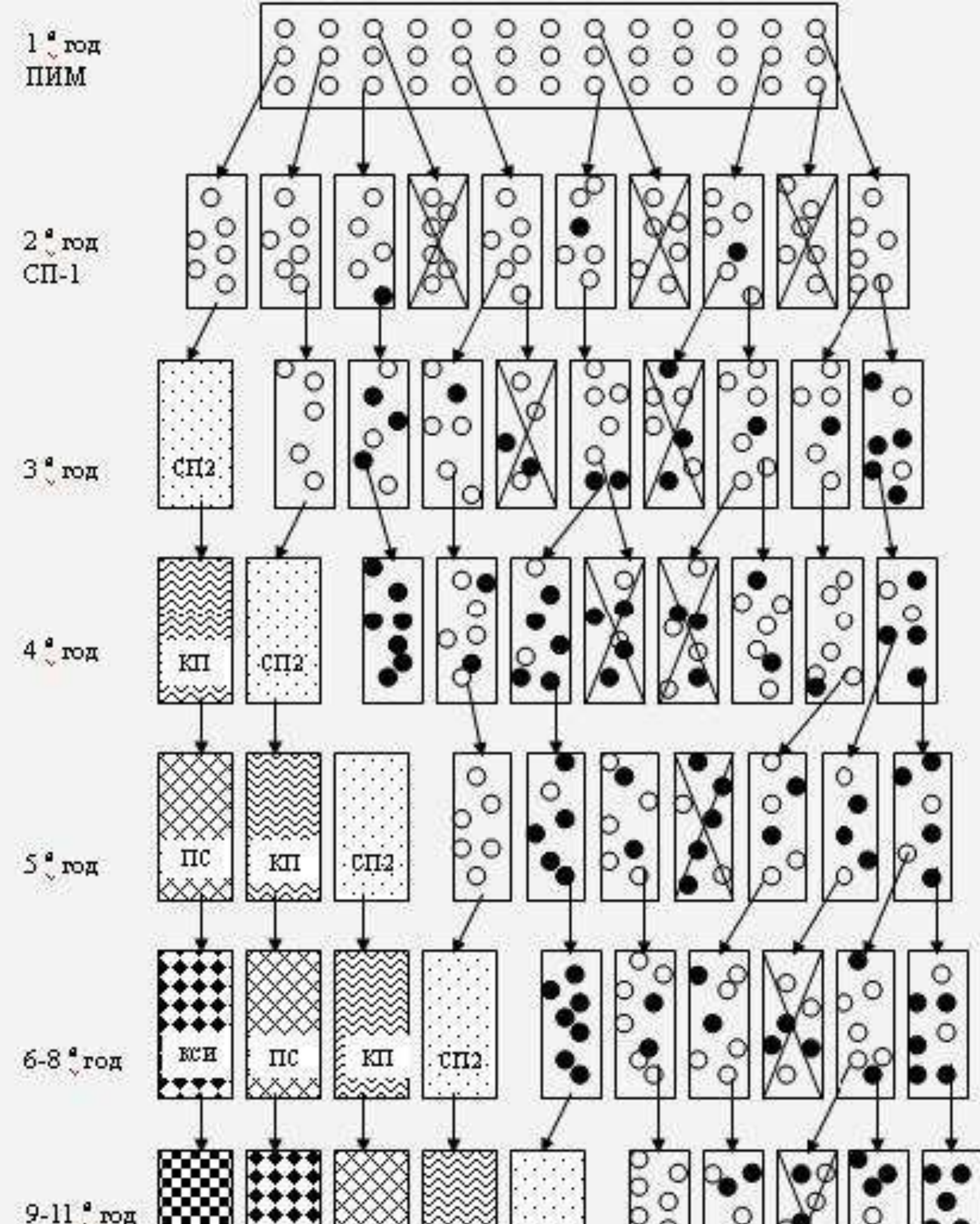
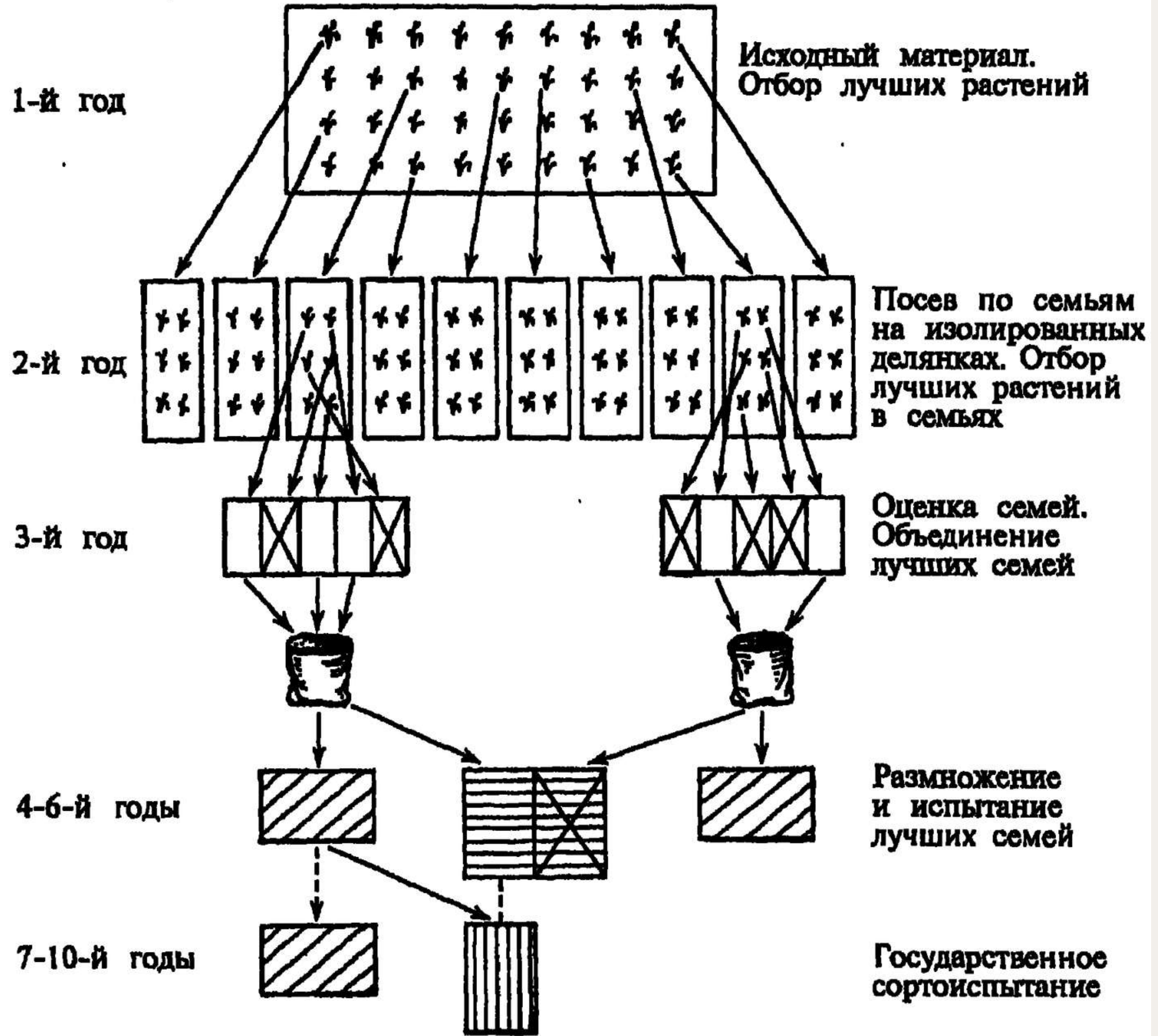


Рисунок. Схема индивидуально-семейного отбора



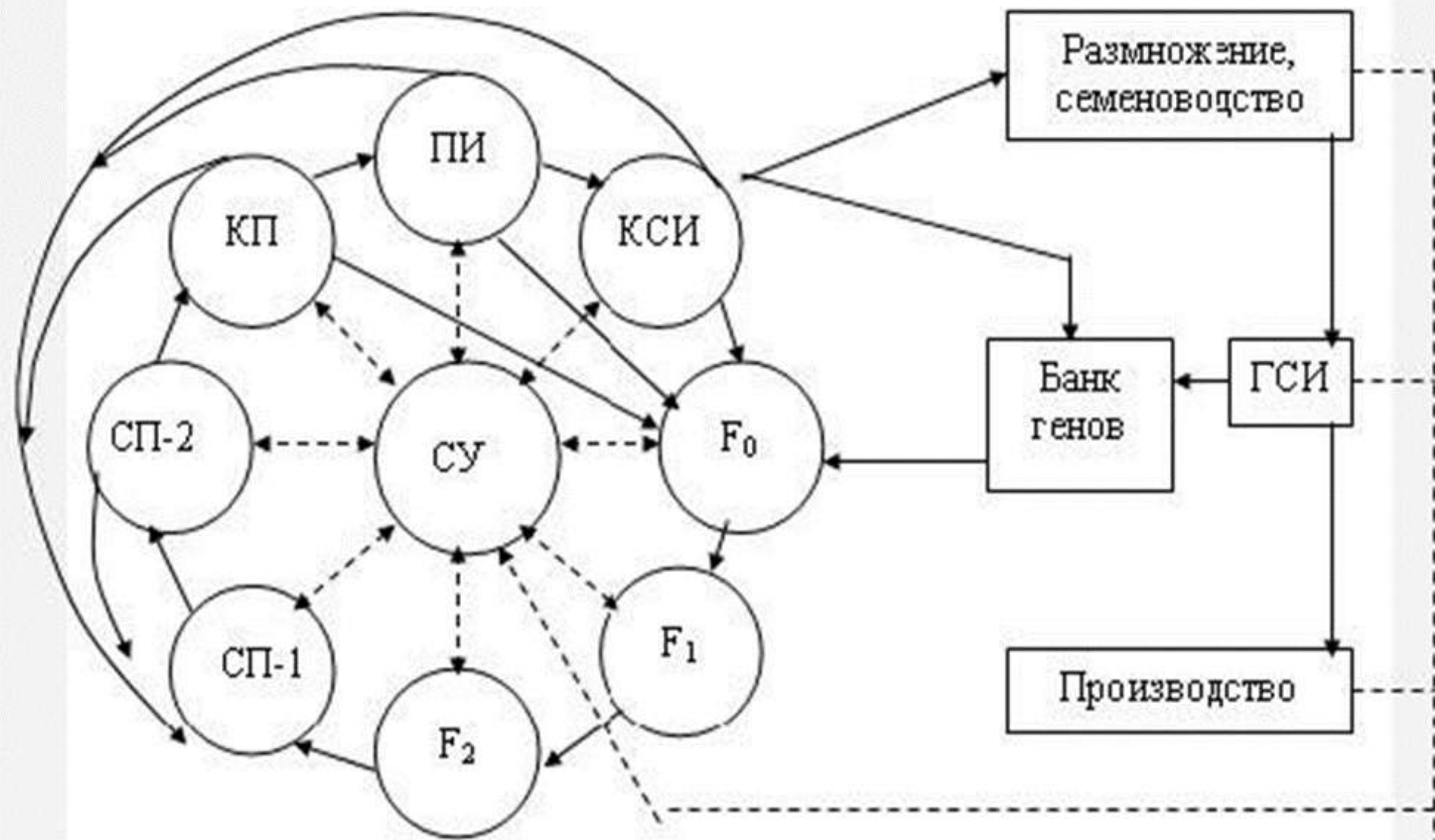


Рис. 16. Конвейер селекционного процесса (по М.А. Кадырову)

—————> поступление селекционного материала,

- - - - -> поступление информации,

СУ - система управления селекционным процессом.

Рисунок. Схема индивидуально-семейного отбора

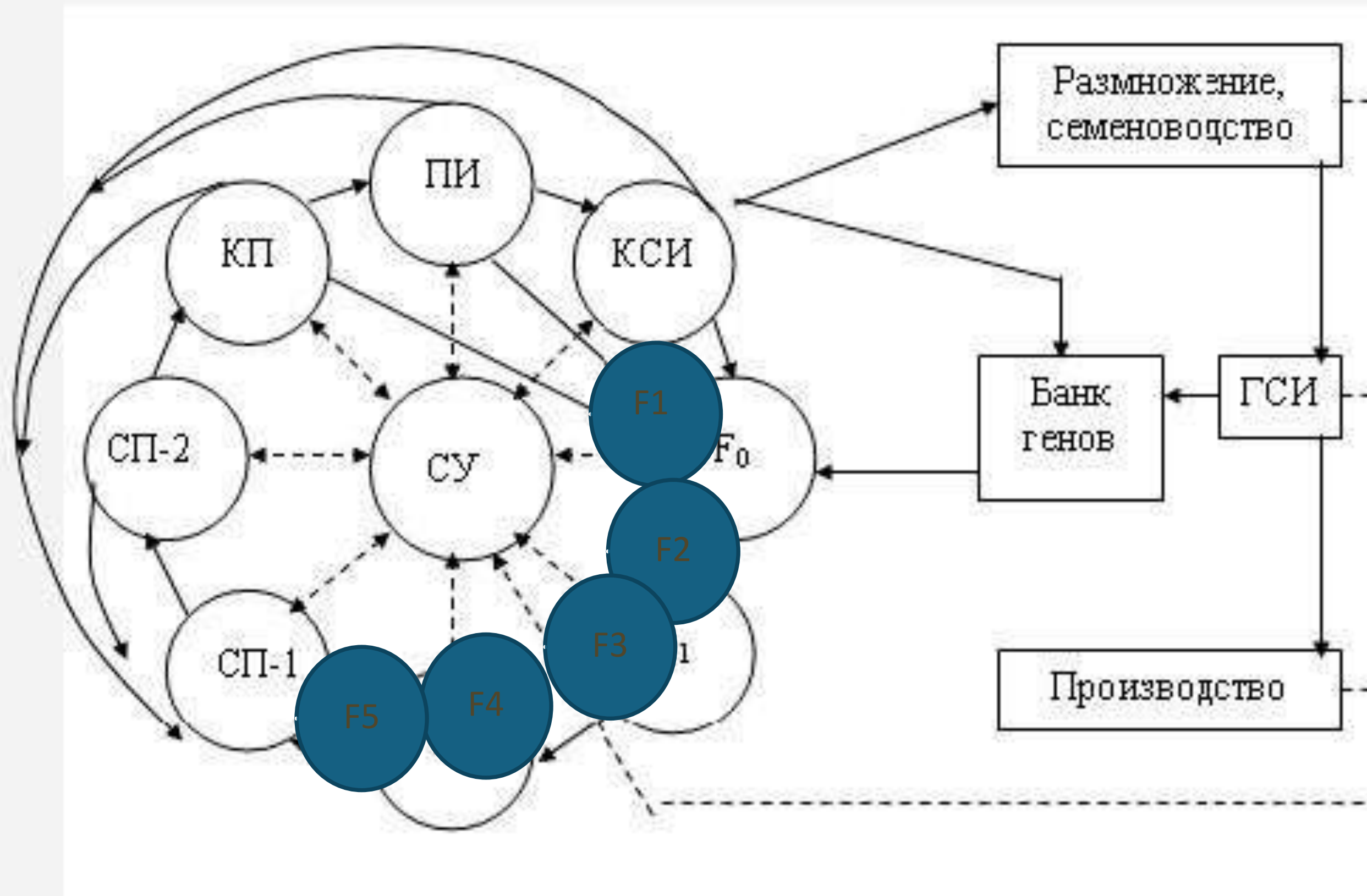


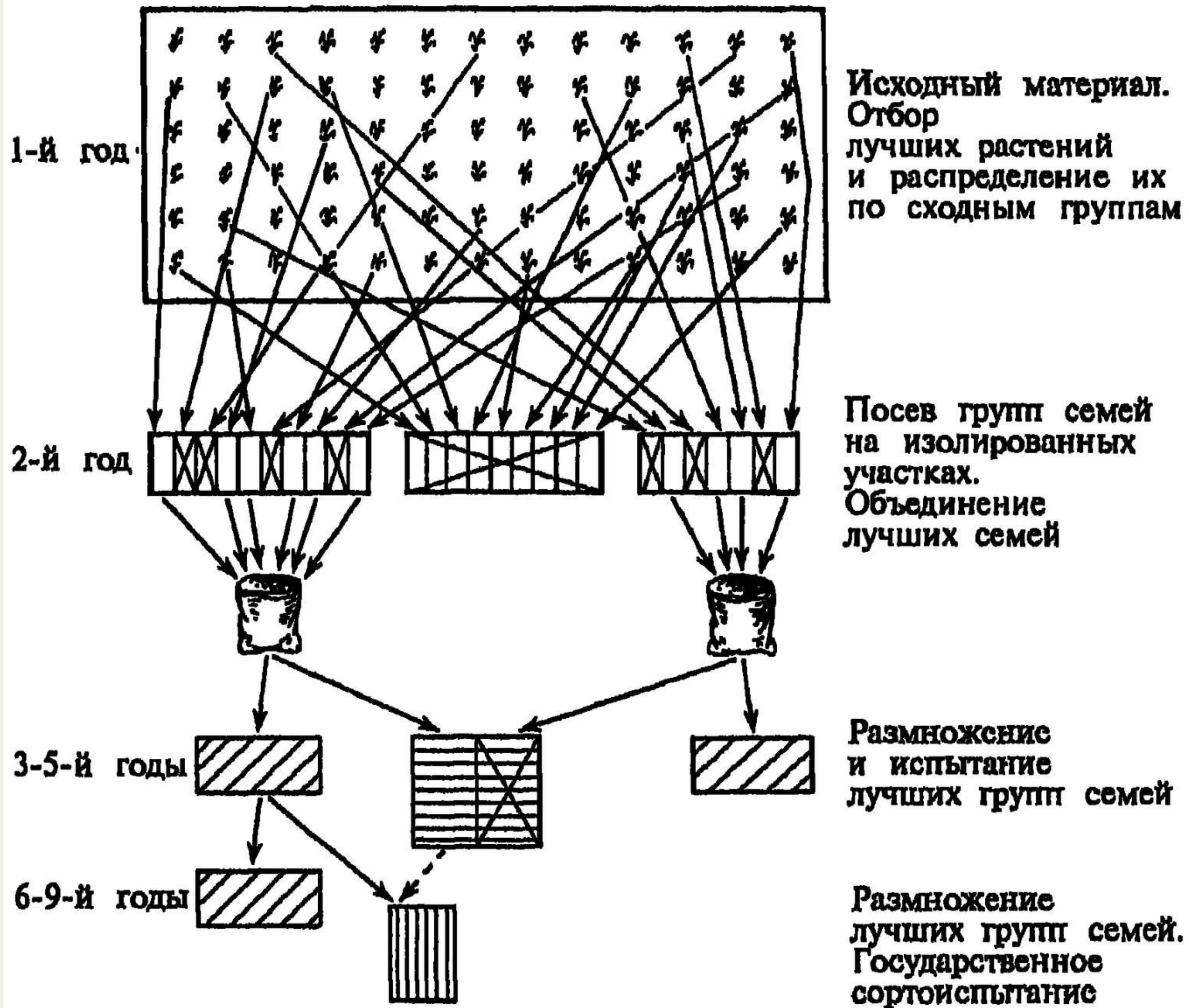
Рис. 16. Конвейер селекционного процесса (по М.А. Кадырову)

—————> поступление селекционного материала,

- - - - -> поступление информации,

СУ - система управления селекционным процессом.

Рисунок. Схема семейно-группового отбора



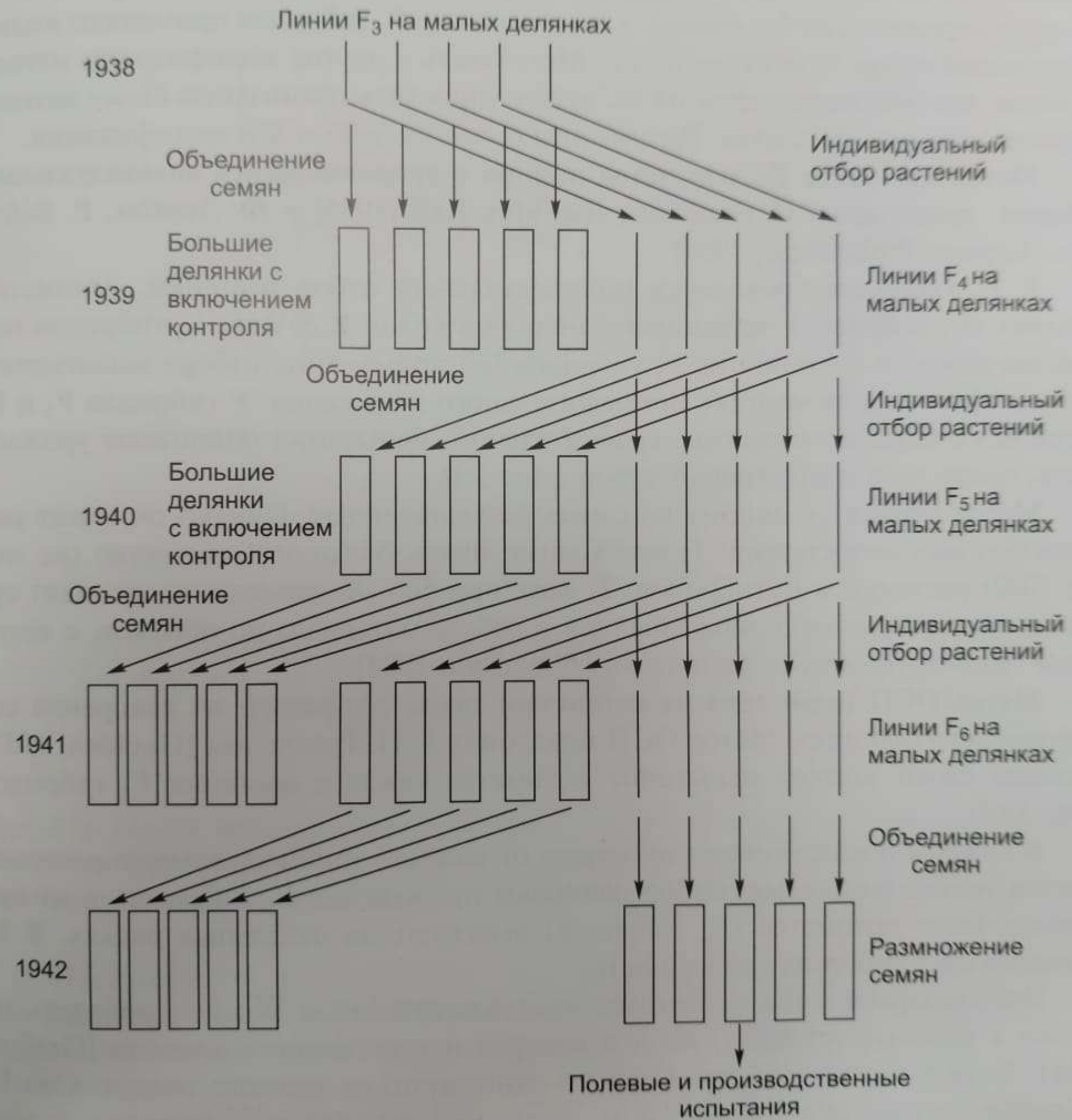


Рис. 3.15. Модифицированный метод педигри (по [Майо, 1984] из кн.: [Breakwell Hutton, 1939]).

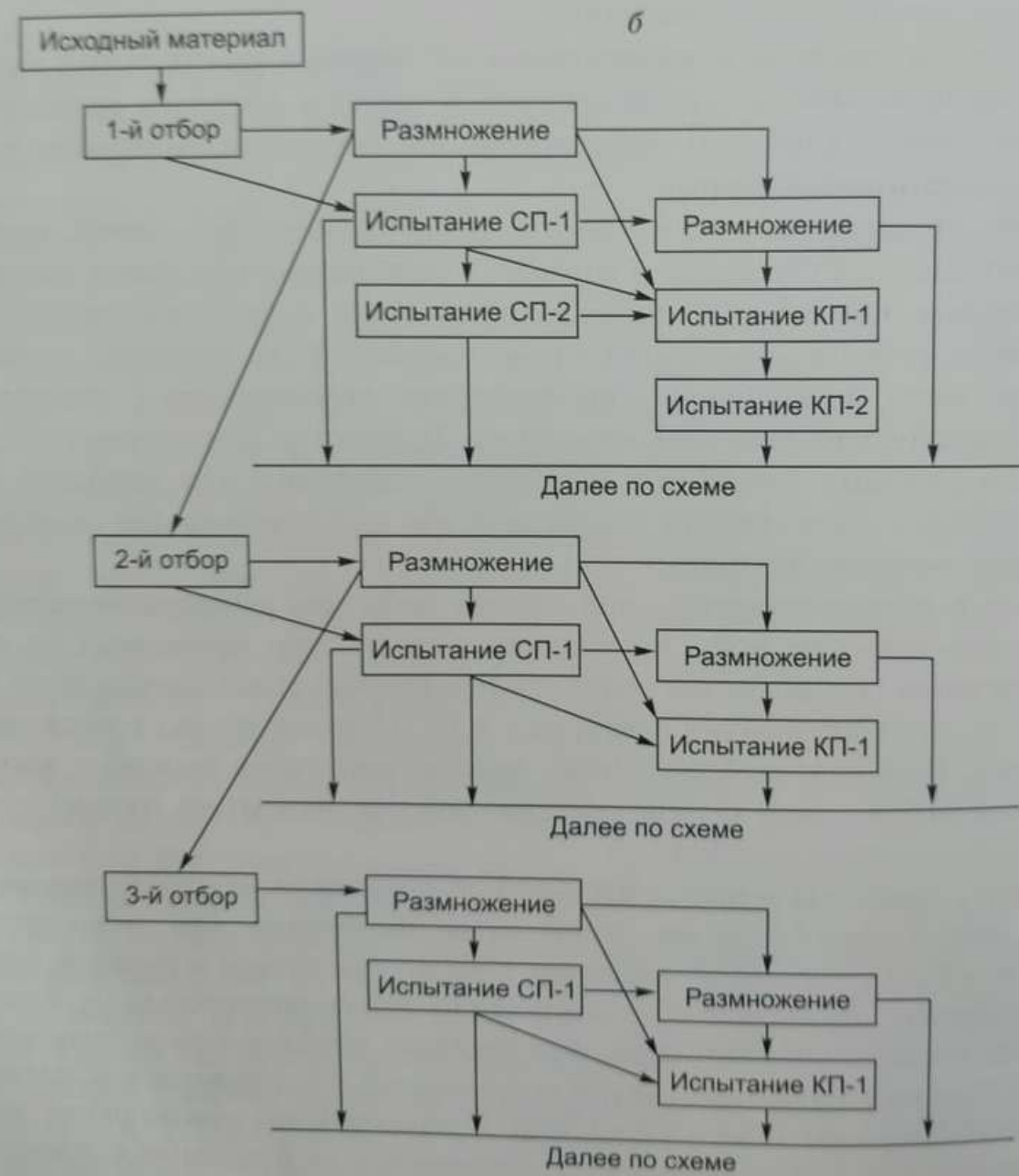
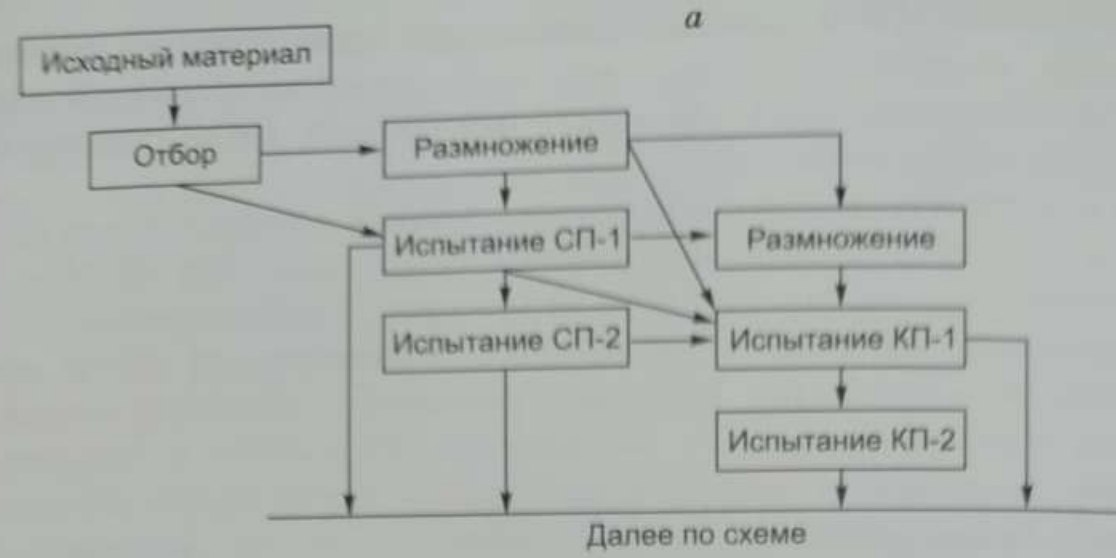


Рис. 3.11. Схема селекции самоопылителей, из [Серебровский, 1969]:

*a* – при однократном отборе; *б* – при многократном отборе; СП-1, СП-2 – селекционные питомники 1-го и 2-го года испытания; КП-1, КП-2 – контрольный питомник 1-го и 2-го года испытания; контролем во всех питомниках испытания служат исходные формы и лучшие районированные сорта.

# Ключевые отличия

## селекции самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся культур

Признак	Самоопыляющиеся культуры	Перекрёстноопыляющиеся культуры
Тип опыления	Оплодотворение собственной пыльцой	Опыление пыльцой других растений
Генетическая структура	Высокая гомозиготность, однородность	Высокая гетерозиготность, неоднородность
Стабильность признаков	Высокая, сохраняются при семенном размножении	Низкая, происходит расщепление признаков
Методы селекции	Чистые линии, индивидуальный отбор, гибридизация с самоопылением	Массовый отбор, рекуррентная селекция, гибридизация с поддержанием гетерозиготности
Скорость закрепления признаков	Быстро (5–8 поколений)	Медленно
Поддержание сорта	Простое — сорт стабилен	Требует постоянного отбора
Риск инбридинговой депрессии	Практически отсутствует	Высокий
Эффект гетерозиса	Слабый	Сильный



**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**